

A. F. Chalmers



**o
que é
ciência
afinal
?**

editora brasiliense

A. F. CHALMERS

O QUE É CIÊNCIA
AFINAL?

Editora Brasiliense

1993

ALAN F. CHALMERS

O QUE É CIÊNCIA AFINAL?

Tradução: Raul Filker

Editora Brasiliense

1993

Como todos os jovens eu decidi ser um gênio,
mas felizmente o riso interveio.

Cléa, Lawrence Durrell

SUMÁRIO

Obs. N° das páginas no original registrado no lado superior de cada página

Prefácio à primeira edição.....	11
Prefácio à segunda edição	15
Introdução	17
<i>I. Indutivismo: ciência como conhecimento derivado</i>	
<i>dos dados da experiência</i>	23
1. Uma concepção de senso comum da ciência amplamente aceita	23
2. Indutivismo ingênuo.....	24
3. Raciocínio lógico e dedutivo	28
4. Previsão e explicação no relato indutivista.....	30
5. A atração do indutivismo ingênuo.....	34
<i>II. O problema da indução</i>	
1. O princípio de indução pode ser justificado?	36
2. O recuo para a probabilidade.....	40
3. Respostas possíveis ao problema da indução	43
<i>III. A dependência que a observação tem da teoria</i>	
1. Uma explicação popular de observação	47
2. Experiências visuais não determinadas pelas imagens sobre a retina.....	48
3. As proposições de observação pressupõem teoria.....	53
4. Observação e experimento orientam-se pela teoria	58

5. Indutivismo não conclusivamente refutado	60
<i>IV. Apresentando o falsificacionismo</i>	64
1. Uma particularidade lógica para apoiar o falsificacionista.....	64
2. A falsificabilidade como um critério para teorias.....	65
3. Grau de falsificabilidade, clareza e precisão	69
4. Falsificacionismo e progresso	73
<i>V. Falsificacionismo sofisticado, novas previsões e o crescimento da ciência</i>	78
1. Graus de falsificabilidade relativos ao invés de absolutos.....	78
2. Aumentando a falsificabilidade e modificações <i>ad hoc</i>	79
3. A confirmação na explicação falsificacionista da ciência	82
4. Ousadia, novidade e conhecimento prévio	85
5. Comparação das visões indutivista e falsificacionista de confirmação	86
<i>VI. As limitações do falsificacionismo</i>	90
1. A dependência que a observação tem da teoria e a falibilidade das falsificações	90
2. A defesa inadequada de Popper.....	91
3. A complexidade das situações de teste realistas.....	94
4. O falsificacionismo é inadequado em bases históricas	97
5. A Revolução Copernicana.....	99
<i>VII. Teorias como estruturas: programas de pesquisa</i>	109
1. As teorias devem ser consideradas como um todo estruturado	109
2. Os programas de pesquisa de Lakatos	112
3. Metodologia em um programa de pesquisa	117

4. A comparação de programas de pesquisa.....	119
VIII. <i>Teorias como estruturas: os paradigmas de Kuhn</i>	123
1. Comentários introdutórios.....	123
2. Paradigmas e ciência normal.....	125
3. Crise e revolução.....	129
4. A função da ciência normal e das revoluções.....	133
IX. <i>Racionalismo versus relativismo</i>	137
1. Racionalismo.....	137
2. Relativismo	138
3. Lakatos como racionalista.....	140
4. Kuhn como relativista	145
5. Para uma mudança dos termos do debate.....	148
X. <i>Objetivismo</i>	151
1. Individualismo.....	151
2. Objetivismo	154
3. A ciência como uma prática social.....	158
4. O objetivismo apoiado por Popper, Lakatos e Marx	160
XI. <i>Um relato objetivista das mudanças teóricas na física</i>	163
1. As limitações do objetivismo de Lakatos	163
2. Oportunidades objetivas	165
3. Um relato objetivista das mudanças teóricas na física	169
4. Alguns comentários de advertência.....	172
XII. <i>A teoria anarquista do conhecimento de Feyerabend</i>	174
1. Vale-tudo.....	174

2. Incomensurabilidade	177
3. A ciência não é necessariamente superior a outras áreas do conhecimento	181
4. Liberdade do indivíduo	184
XIII. <i>Realismo, instrumentalismo e verdade</i>	188
1. Comentários introdutórios	188
2. Instrumentalismo	190
3. A teoria da correspondência da verdade	193
4. Problemas com a noção de verdade do senso comum	197
5. Popper a respeito da aproximação da verdade	201
XIV. <i>O realismo não-representativo</i>	205
1. A relação entre as teorias e suas sucessoras	205
2. O realismo não-representativo	207
3. O que é ciência, afinal?	210
4. O relativismo em perspectiva	211
5. Por que se incomodar?	214
Bibliografia	217
Índice onomástico	223

PREFÁCIO À PRIMEIRA EDIÇÃO

Este livro pretende ser uma introdução simples, clara e elementar às opiniões modernas sobre a natureza da ciência. Ao ensinar filosofia da ciência para estudantes de filosofia ou para cientistas querendo se familiarizar com as recentes teorias sobre a ciência, fui crescentemente tomando consciência de que não há um manual adequado, nem sequer um pequeno número de livros, que se possa recomendar ao principiante. As únicas fontes disponíveis sobre as opiniões modernas são as originais, que costumam ser muito difíceis para iniciantes, e são, também, bastante numerosas para estarem facilmente disponíveis a um grande número de estudantes. Este livro não substituirá as fontes originais para alguém que deseja se dedicar seriamente ao assunto, é claro, mas espero que proporcione um ponto de partida útil e facilmente acessível que, de qualquer forma, ainda não existe.

Minha intenção de manter a discussão simples revelou-se razoavelmente realista por cerca de dois terços do livro. Quando cheguei a esse ponto e tive que começar a criticar as opiniões modernas, descobri, primeiro, para minha surpresa, que eu discordava dessas opiniões mais do que pensava; e, segundo, que a partir de minha crítica estava emergindo uma alternativa razoavelmente coerente. Essa alternativa está esboçada nos últimos capítulos do livro. Ser-me-ia agradável achar que a segunda metade deste livro contém não apenas sumários de opiniões correntes sobre a natureza da ciência mas também um sumário do próximo ponto de vista.

12

Meu interesse profissional na história e na filosofia da ciência começou em Londres, num clima que era dominado pelas opiniões do professor Karl Popper. Minha dívida com ele, com seus escritos, palestras e seminários, e também com o falecido professor Imre Lakatos, deve estar bem evidente pelo conteúdo deste livro. A forma de sua primeira metade deve muito ao brilhante artigo de Lakatos sobre a metodologia de programas de pesquisa. Uma característica notável da escola popperiana era a exigência de clareza em relação ao problema em que se estava interessado e em expressar os pontos de vista de maneira simples e direta. Embora deva muito aos exemplos de Popper e Lakatos a este respeito, a habilidade que eu possa ter em me expressar simples e claramente vem principalmente de minha interação com o professor

8

Heinz Post, que foi meu supervisor no Chelsea College enquanto eu trabalhava em minha tese de doutoramento no Departamento de História e Filosofia da Ciência. Não posso me livrar da sensação inquietante de que seu exemplar deste livro me será devolvido com a exigência de que eu reescreva as partes que ele não entendeu. Dentre meus colegas de Londres a quem estou especialmente em débito, a maioria estudantes naquela época, Noretta Koertge, agora na Universidade de Indiana, ajudou-me consideravelmente.

Referi-me anteriormente à escola popperiana como uma escola, e no entanto, até chegar a Sidnei, vindo de Londres, não tinha me dado conta de que realmente passara por uma escola. Descobri, para minha surpresa, que havia filósofos influenciados por Wittgenstein ou Quine ou Marx que pensavam que Popper estava completamente errado sobre muitas coisas, e alguns que chegavam até a pensar que suas opiniões eram mesmo perigosas. Acho que aprendi muito com essa experiência. Uma das coisas que aprendi é que Popper está realmente errado sobre várias coisas importantes, conforme argumento nas últimas partes deste livro. Isto não altera, contudo, o fato de que a abordagem popperiana é infinitamente melhor do que a abordagem adotada na maioria dos departamentos de filosofia que conheci.

Devo muito aos meus amigos em Sidnei que me ajudaram a despertar de minha modorra. Não quero com isso fazer supor que aceito suas opiniões melhor que as de Popper. Eles sabem disso. Mas, na medida em que não tenho tempo para disparates obscurantistas sobre a incomensurabilidade de estruturas (aqui

13

os popperianos levantam as orelhas), a extensão na qual fui forçado a reconhecer e contrariar as opiniões de meus colegas e adversários de Sidnei levou-me a compreender as forças de seus propósitos e as fraquezas dos meus. Espero não ter aborrecido ninguém por ter escolhido Jean Curthoys e Wal Suchting para menção especial aqui.

Leitores atentos e afortunados perceberão neste livro a excêntrica metáfora tomada de Vladimir Nabokov, e verão que devo a ele algum reconhecimento (ou desculpa).

Concluo com um caloroso “alô” àqueles amigos que não ligam para o livro, que não vão ler o livro, e que tiveram que me aturar enquanto eu o escrevia.

Alan Chalmers

Sidnei, 1976

PREFÁCIO A SEGUNDA EDIÇÃO

A julgar pelas respostas à primeira edição deste livro, pareceria que os primeiros oito capítulos atuam muito bem como “uma introdução simples, clara e elementar às modernas opiniões sobre a natureza da ciência”. Parece ter havido também concordância geral em que os últimos quatro capítulos não conseguem sê-lo. Conseqüentemente, nesta edição revista e aumentada, deixei os capítulos de I a VIII virtualmente intocados e substituí os quatro últimos por seis inteiramente novos. Um dos problemas com a última parte da primeira edição era que ela deixava de ser simples e elementar. Tentei manter meus novos capítulos simples, embora tema não ter sido inteiramente bem-sucedido ao lidar com as questões difíceis dos dois capítulos finais. Embora tenha procurado manter a discussão simples, espero não ter com isso me tornado contraditório.

Um outro problema com a última parte da primeira edição é a falta de clareza. Embora esteja convencido disso, eu tateava na trilha certa na maior parte daquilo que procurava; mas certamente não consegui expressar uma posição coerente e bem-argumentada, como meus críticos deixaram claro. Nem toda a culpa disso deve ser atribuída a Louis Althusser, cujas opiniões estavam muito em voga na época em que eu escrevia, e cuja influência ainda pode ser discernida até certo ponto nesta nova edição. Eu aprendi minha lição e futuramente serei mais cuidadoso em relação às influências das últimas modas parisienses.

16

Meus amigos Terry Blake e Denise Russell me convenceram de que há mais importância nos escritos de Paul Feyerabem do que eu estava previamente preparado a admitir. Dei a ele mais atenção nesta nova edição e tentei separar o joio do trigo, o antimetodismo do dadaísmo. Fui também obrigado a separar o sentido importante do “disparate obscurantista sobre a incomensurabilidade de estruturas”.

A revisão deste livro deve muito à crítica de numerosos colegas, resenhistas e correspondentes. Não tentarei nomeá-los todos, mas reconheço minha dívida e ofereço meus agradecimentos.

Na medida em que a revisão deste livro resultou num novo final, a intenção original do gato na capa se perdeu. Entretanto, o gato parece dar um apoio

10

considerável, a despeito de sua falta de bigodes, então o mantivemos, e simplesmente pedimos aos leitores que reinterpretem seu sorriso.

Alan Chalmers

Sidnei, 1981

INTRODUÇÃO

Nos tempos modernos, a ciência é altamente considerada. Aparentemente há uma crença amplamente aceita de que há algo de especial a respeito da ciência e de seus métodos. A atribuição do termo “científico” a alguma afirmação, linha de raciocínio ou peça de pesquisa é feita de um modo que pretende implicar algum tipo de mérito ou um tipo especial de confiabilidade. Mas o que é tão especial em relação à ciência? O que vem a ser esse “método científico” que comprovadamente leva a resultados especialmente meritórios ou confiáveis? Este livro é uma tentativa de elucidar e responder questões desse tipo.

Há abundância de provas na vida cotidiana de que a ciência é tida em alta conta, a despeito de um certo desencanto com ela, devido a conseqüências pelas quais alguns a consideram responsável, tais como bombas de hidrogênio e poluição. Anúncios freqüentemente asseguram que um produto específico foi cientificamente comprovado como sendo mais branqueador, mais potente, mais sexualmente atraente ou de alguma maneira preferível aos produtos concorrentes. Assim fazendo, eles esperam insinuar que sua afirmação é particularmente bem fundamentada e talvez esteja além de contestação. Numa veia similar, um recente anúncio de jornal recomendando a Christian Science era intitulado: “A ciência fala e diz que a Bíblia Cristã é comprovadamente verdadeira”, e prosseguia nos dizendo que “até os próprios cientistas acreditam nisso atualmente”. Aqui temos um apelo direto à autoridade da ciência e dos cientistas. Poderíamos muito bem perguntar. “Qual é a base para tal autoridade?”

18

A alta estima pela ciência não está restrita à vida cotidiana e à mídia popular. É evidente no mundo escolar e acadêmico e em todas as partes da indústria do conhecimento. Muitas áreas de estudo são descritas como ciências por seus defensores, presumivelmente num esforço para demonstrar que os métodos usados são tão firmemente embasados e tão potencialmente frutíferos quanto os de uma ciência tradicional como a física. Ciência Política e Ciências Sociais são agora lugares-comuns. Os marxistas tendem a insistir que o materialismo histórico é uma ciência. De acréscimo, Ciência Bibliotecária, Ciência Administrativa, Ciência do Discurso, Ciência Florestal, Ciência de

12

Laticínios, Ciência de Carne e Animais, e mesmo Ciência Mortuária são hoje ou estiveram sendo recentemente ensinadas em colégios ou universidades americanas.⁽¹⁾ Auto-intitulados “cientistas” nesses campos podem freqüentemente ver a si mesmos seguindo o método *empírico* da física, o que para eles consiste na coleta de dados por meio de cuidadosa observação e experimentos e da subsequente derivação de leis e teorias a partir desses dados por algum tipo de procedimento lógico. Fui recentemente informado por um colega do departamento de história, que aparentemente tinha absorvido esse rótulo de empiricismo, de que não é possível hoje escrever uma história da Austrália porque ainda não dispomos de um número suficiente de dados. Uma inscrição na fachada do Social Science Research Building na Universidade de Chicago diz: “Se você não pode mensurar, seu conhecimento é escasso e insatisfatório”.⁽²⁾ Sem dúvida, muitos de seus habitantes, aprisionados em modernos laboratórios, esquadrinham o mundo através das barras de aço de seus algarismos, não conseguindo perceber que o método que se empenham em seguir não é apenas estéril e infrutífero, mas também não é o método ao qual deve ser atribuído o sucesso da física.

A visão equivocada de ciência referida acima será discutida e demolida nos primeiros capítulos deste livro. Malgrado alguns cientistas e muitos pseudocientistas alegarem fidelidade a esse método, nenhum moderno filósofo da ciência estaria alheio

19

pelo menos a algumas de suas deficiências. Os desenvolvimentos modernos na filosofia da ciência têm apontado com precisão e enfatizado profundas dificuldades associadas à idéia de que a ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido através de observação e experimento e com a idéia de que há algum tipo de procedimento de inferência que nos possibilita derivar teorias científicas de modo confiável de uma tal base. Simplesmente não existe método que possibilite às teorias científicas serem provadas verdadeiras ou mesmo provavelmente verdadeiras. Mais adiante neste livro, vou demonstrar que tentativas de fornecer uma reconstrução simples e diretamente lógica do “método científico” encontram dificuldades ulteriores quando se percebe que tampouco há método que possibilite que teorias científicas sejam conclusivamente desaprovadas.

¹ Esta lista é de uma pesquisa de C. Trusedell citada por J. R. Ravetz, *Scientific Knowledge and Its Social Problems* (Oxford: Oxford University Press, 1971), p. 387n.

² T. S. Kuhn, “The Function of Measurement in Modern Physical Science”, *Isis* 52 (1961): 161-93. A inscrição é citada na p. 161.

Alguns dos argumentos para defender a afirmação de que teorias científicas não podem ser conclusivamente provadas ou desaprovadas se baseiam amplamente em considerações filosóficas e lógicas. Outros são baseados em uma análise detalhada da história da ciência e das modernas teorias científicas. Tem sido uma característica do desenvolvimento moderno nas teorias do método científico que uma atenção crescente venha sendo prestada à história da ciência. Um dos resultados embaraçosos para muitos filósofos da ciência é que esses episódios na história da ciência – comumente vistos como mais característicos de avanços importantes, quer as inovações de Galileu, Newton e Darwin, quer as de Einstein – não se realizaram através de nada semelhante aos métodos tipicamente descritos pelos filósofos.

Uma reação à percepção de que teorias científicas não podem ser conclusivamente provadas ou desaprovadas e de que as reconstruções dos filósofos guardam pouca semelhança com o que realmente ocorre na ciência é desistir de uma vez da idéia de que a ciência é uma atividade racional, que opera de acordo com algum método ou métodos especiais. Foi uma reação semelhante a essa que levou o filósofo e animador Paul Feyerabend a escrever um livro com o título *Contra o Método: Delineamento de uma Teoria Anarquista do Conhecimento*⁽³⁾ e um ensaio

20

com o título “Filosofia da Ciência: Um tema com um Grande Passado”.⁽⁴⁾ De acordo com a visão mais extremada dos escritos de Feyerabend, a ciência não tem características especiais que a tornem intrinsecamente superior a outros ramos do conhecimento tais como mitos antigos ou vodu. A ciência deve parte de sua alta estima ao fato de ser vista como a religião moderna, desempenhando um papel similar ao que desempenhou o cristianismo na Europa em eras antigas. É sugerido que a escolha entre teorias se reduz a opções determinadas por valores subjetivos e desejos dos indivíduos. Neste livro resistiu-se a esse tipo de resposta para quebrar as teorias tradicionais da ciência. Foi feita uma tentativa de dar conta da física que não é subjetivista ou individualista, que aceita muito do impulso da crítica do método de Feyerabend, mas que é, ela mesma, imune a tal crítica.

³ P. K. Feyerabend, *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge* (Londres: New Left Books, 1975).

⁴ P. K. Feyerabend, "Philosophy of Science: a Subject with a Great Past", em *Historical and Philosophical Perspectives of Science, Minnesota Studies in Philosophy of Science*, vol. 5, M. Roger H. Stuewer (Mineápolis: University of Minnesota Press, 1970), pp. 172-83.

A filosofia da ciência tem uma história. Francis Bacon foi um dos primeiros a tentar articular o que é o método da ciência moderna. No início do século XVII, propôs que a meta da ciência é o melhoramento da vida do homem na terra e, para ele, essa meta seria alcançada através da coleta de fatos com observação organizada e derivando teorias a partir daí. Desde então, a teoria de Bacon tem sido modificada e aperfeiçoada por alguns, e desafiada, de uma maneira razoavelmente radical, por outros. Explanação e levantamento histórico dos desenvolvimentos na filosofia da ciência constituiriam um estudo muito interessante. Por exemplo: seria muito interessante investigar e explicar a ascensão do *positivismo lógico*, que começou em Viena nas primeiras décadas deste século, tornou-se muito popular e que hoje ainda tem considerável influência. O positivismo lógico foi uma forma extrema de empirismo, segundo o qual as teorias não apenas devem ser justificadas, na medida em que podem ser verificadas mediante um apelo aos fatos adquiridos através da observação, mas também são consideradas como tendo *significado* apenas até onde elas possam ser assim derivadas. Existem, me parece, dois aspectos

21

intrigantes da ascensão do positivismo. Um é que ele ocorreu numa época em que, com o advento da física quântica e da teoria da relatividade de Einstein, a física estava avançando espetacularmente e era muito difícil conciliá-la com o positivismo. Outro aspecto intrigante: já em 1934, Karl Popper em Viena e Gaston Bachelard na França tinham ambos publicado obras que continham refutações consideravelmente conclusivas do positivismo, e, no entanto, isso não diminuiu a maré do positivismo. De fato, as obras de Popper e Bachelard foram quase totalmente negligenciadas e receberam a atenção que mereciam apenas em épocas recentes. Paradoxalmente, na época em que A. J. Ayer introduziu o positivismo lógico na Inglaterra com seu livro *Linguagem, Verdade e Lógica*, tornando-se um dos mais famosos filósofos ingleses, estava pregando uma doutrina da qual algumas deficiências fatais já haviam sido articuladas e publicadas por Popper e Bachelard.⁽⁵⁾

A filosofia da ciência avançou rapidamente nas décadas recentes. Este livro, contudo, não pretende ser uma contribuição à história da filosofia da ciência. Seu propósito é dar conta dos desenvolvimentos recentes, explicando tão clara

⁵ A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic* (Londres: Gollancz, 1936). Devo essa observação a Bryan Magee, "Karl Popper: the World's Greatest Philosopher?" *Current Affairs Bulletin* 50, 8 (1974):14-23. K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (Londres: Hutchinson, 1968) foi primeiro publicado em alemão em 1934. A obra de Gaston Bachelard referida no texto é *Le Nouvel Esprit Scientifique* (Paris: Presses Universitaires de France, 1934).

e simplesmente quanto possível algumas teorias modernas sobre a natureza da ciência, e eventualmente sugerir alguns aperfeiçoamentos. Na primeira metade do livro, eu descrevo duas explicações simples mas inadequadas da ciência, às quais me refiro como indutivismo e falsificacionismo. Embora as duas posições que descrevo tenham muito em comum com posições defendidas no passado e mantidas por alguns até hoje, elas não pretendem primordialmente ser exposições históricas. Seu principal propósito é pedagógico. Compreendendo essas posições extremas e de certa forma caricaturizadas, e seus erros, o leitor estará numa posição melhor para compreender a motivação por trás das teorias modernas, e apreciar suas forças e fraquezas. O indutivismo é descrito no Capítulo I e então severamente criticado nos Capítulos II e III. Os Capítulos IV e V são dedicados a

22

uma exposição do falsificacionismo como tentativa de melhorar o indutivismo; suas limitações também são expostas no Capítulo VI. O capítulo seguinte expõe o falsificacionismo sofisticado de Imre Lakatos, e em seguida Thomas Kuhn e seus paradigmas de múltiplos propósitos são introduzidos no Capítulo VIII. O relativismo, a idéia de que o valor das teorias deve ser julgado relativamente aos valores dos indivíduos ou grupos que os contemplam, entrou na moda. No Capítulo IX, esse tema é levantado, e é discutida a grandeza com a qual Kuhn apresentou e Lakatos evitou uma posição relativista. No capítulo seguinte, delineio uma abordagem do conhecimento que chamo de objetivismo, de certa forma oposta ao relativismo. O objetivismo remove os indivíduos e seus julgamentos de uma posição de primazia em relação a uma análise do conhecimento. Desse ponto de vista torna-se possível dar uma explicação de mudança teórica que seja não-relativista em importantes aspectos, e que, não obstante, esteja imune à crítica que tem sido dirigida às explicações tradicionais de mudança teórica por relativistas como Feyerabend. No Capítulo XI, apresento minha explicação da mudança teórica na física. Aproveito então para uma tentativa, no Capítulo XII, de chegar a um acordo com a exigência de Feyerabend contra o método e o uso que ele coloca. Os dois capítulos finais do livro são mais difíceis. Lidam com a questão de até onde nossas teorias podem ser construídas como uma busca de descrições “verdadeiras” do que o mundo “realmente” parece. Nas seções finais, me entrego a um sermão político sobre a posição do livro.

Embora a teoria da ciência que pode ser extraída da última parte deste livro pretenda ser um aperfeiçoamento de algo que veio antes, ela não está, certamente, isenta de problemas. Poder-se-ia dizer que o livro procede de

acordo com um velho provérbio: “Nós começamos confusos, e terminamos confusos num nível mais elevado”.

I

INDUTIVISMO: CIÊNCIA COMO CONHECIMENTO DERIVADO DOS DADOS DA EXPERIÊNCIA

1. Uma concepção de senso comum da ciência amplamente aceita

Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente.

Sugiro que afirmações semelhantes às anteriores resumam o que nos tempos modernos é uma concepção popular de conhecimento científico. Essa primeira visão tornou-se popular durante e como consequência da Revolução Científica que ocorreu principalmente durante o século XVII, levada a cabo por grandes cientistas pioneiros como Galileu e Newton. O filósofo Francis Bacon e muitos de seus contemporâneos sintetizaram a atitude científica da época ao insistirem que, se quisermos compreender a natureza, devemos consultar a natureza e não os escritos de Aristóteles. As forças progressivas do século XVII chegaram a ver como um erro a preocupação dos filósofos naturais medievais com as obras dos antigos – especialmente de Aristóteles – e também com a Bíblia, como as fontes do conhecimento científico. Estimulados pelos sucessos dos “grandes experimentadores”, como Galileu, eles começaram cada vez mais a ver a experiência como fonte de conhecimento.

Isso tem apenas se intensificado desde então pelas realizações espetaculares da ciência experimental. “A ciência é uma estrutura construída sobre fatos”, escreve J. J. Davies em seu livro *On the Scientific Method (Sobre o Método Científico)*.⁽⁶⁾ E eis aqui uma avaliação moderna da realização de Galileu, escrita por H. D. Anthony:

Não foram tanto as observações e experimentos de Galileu que causaram a ruptura com a tradição, mas sua atitude em relação a eles. Para ele, os dados eram tratados como dados, e não relacionados a alguma idéia preconcebida... Os dados da observação poderiam ou não se adequar a um esquema conhecido do universo, mas a coisa mais importante, na opinião de Galileu, era aceitar os dados e construir a teoria para adequar-se a eles.⁽⁷⁾

A explicação *indutivista ingênua* da ciência, que delinearei nas seções seguintes, pode ser vista como uma tentativa de formalizar essa imagem popular da ciência. Chamei-a de *indutivista* porque ela é baseada no raciocínio indutivo, que será explicado em seguida. Em capítulos posteriores, argumentarei que essa visão da ciência – juntamente com a explicação popular que se lhe assemelha – é completamente equivocada e mesmo perigosamente enganadora. Espero, então, que aí já esteja aparente por que o adjetivo “ingênuo” é apropriado para a descrição de muitos indutivistas.

2. Indutivismo ingênuo

De acordo com o indutivista ingênuo, a ciência começa com a observação. O observador científico deve ter órgãos sensitivos normais e inalterados e deve registrar fielmente o que puder ver, ouvir etc. em relação ao que está observando, e deve fazê-lo sem preconceitos. Afirmações a respeito do estado do mundo, ou de alguma parte dele, podem ser justificadas ou estabelecidas como verdadeiras de maneira direta pelo uso dos sentidos do observador não-preconceituoso. As afirmações a que se chega (vou chamá-las de proposições de observação) formam então a base a partir da qual as leis e teorias que constituem o conhecimento científico devem ser derivadas. Eis

25

⁶ J. J. Davies, *On the Scientific Method* (Londres: Longman, 1968), p. 8.

⁷ H. D. Anthony, *Science and Its Background* (Londres: Macmillan, 1948), p. 145.

aqui alguns exemplos de proposições de observações não muito estimulantes:

À meia-noite de 1º de janeiro de 1975, Marte apareceu em tal e tal posição no céu.

Essa vara, parcialmente imersa na água, parece dobrada.

O Sr. Smith bateu em sua esposa.

O papel de tornassol ficou vermelho ao ser imerso no líquido.

A verdade de tais afirmações deve ser estabelecida com cuidadosa observação. Qualquer observador pode estabelecer ou conferir sua verdade pelo uso direto de seus sentidos. Observadores podem ver por si mesmos.

Afirmações desse tipo caem na classe das chamadas *afirmações singulares*. As afirmações singulares, diferentemente de uma segunda classe de afirmações que vamos considerar em seguida, referem-se a uma ocorrência específica ou a um estado de coisas num lugar específico, num tempo específico. A primeira afirmação diz respeito a uma aparição específica de Marte num lugar específico no céu num tempo determinado, a segunda diz respeito a uma observação específica de uma vara específica, e assim por diante. É claro que todas as proposições de observação vão ser afirmações singulares. Elas resultam do uso que um observador faz de seus sentidos num lugar e tempo específicos.

Vejamos alguns exemplos simples que podem ser parte do conhecimento científico:

Da astronomia: Os planetas se movem em elipses em torno de seu Sol.

Da física: Quando um raio de luz passa de um meio para outro, muda de direção de tal forma que o seno do ângulo de incidência dividido pelo seno do ângulo de refração é uma característica constante do par em média.

Da psicologia: Animais em geral têm uma necessidade inerente de algum tipo de liberdade agressiva.

Da química: Os ácidos fazem o tornassol ficar vermelho.

26

São informações gerais que afirmam coisas sobre as propriedades ou comportamento de algum aspecto do universo. Diferentemente das afirmações singulares, elas se referem a *todos* os eventos de um tipo específico em todos os lugares e em todos os tempos. Todos os planetas, onde quer que estejam

20

situados, sempre se movem em elipses em torno de seu Sol. Quando a refração ocorre, ela sempre ocorre de acordo com a lei da refração. As leis e teorias que constituem o conhecimento científico fazem todas elas afirmações gerais desse tipo, e tais afirmações são denominadas *afirmações universais*.

A questão seguinte pode agora ser colocada. Se a ciência é baseada na experiência, então por que meios é possível extrair das afirmações singulares, que resultam da observação, as afirmações universais, que constituem o conhecimento científico? Como podem as próprias afirmações gerais, irrestritas, que constituem nossas teorias, serem justificadas na base de evidência limitada, contendo um número limitado de proposições de observação?

A resposta indutivista é que, desde que certas condições sejam satisfeitas, é legítimo *generalizar* a partir de uma lista finita de proposições de observação singulares para uma lei universal. Por exemplo, pode ser legítimo generalizar a partir de uma lista finita de proposições de observação referentes ao papel tornassol tornar-se vermelho quando imerso em ácido para a lei universal “ácidos tornam o papel tornassol vermelho”; ou generalizar a partir de uma lista de observações referentes a metais aquecidos para a lei “metais se expandem quando aquecidos”. As condições que devem ser satisfeitas para tais generalizações serem consideradas legítimas pelo indutivista podem ser assim enumeradas:

1. o número de proposições de observação que forma a base de uma generalização deve ser grande;
2. as observações devem ser repetidas sob uma ampla variedade de condições;
3. nenhuma proposição de observação deve conflitar com a lei universal derivada.

A condição (1) é vista como necessária porque é claramente ilegítimo concluir que todos os metais se expandem quando aquecidos baseando-se em apenas uma observação de uma barra de metal em expansão, digamos, da mesma forma que

27

não é legítimo concluir que todos os australianos são bêbados com base na observação de um australiano embriagado. Um grande número de observações independentes será necessário antes que uma generalização possa ser justificada. O indutivista insiste em que não devemos tirar conclusões apressadas.

Uma maneira de aumentar o número de observações nos exemplos mencionados seria aquecer repetidamente uma única barra de metal, ou continuamente observar um homem australiano embriagar-se noite após noite, e talvez manhã após manhã. Obviamente, uma lista de proposições de observação adquirida de tal maneira formaria uma base muito insatisfatória para as respectivas generalizações. É por isso que a condição (2) é necessária. “Todos os metais se expandem quando aquecidos” será uma generalização legítima apenas se as observações de expansão nas quais é baseada estenderem-se sobre uma ampla variedade de condições. Vários tipos de metais devem ser aquecidos, barras de aço longas, barras de aço curtas, barras de prata, barras de cobre etc. devem ser aquecidas à baixa e à alta pressão, altas e baixas temperaturas, e assim por diante. Se, em todas essas ocasiões, todas as amostras aquecidas de metal se expandirem, então, e somente então, é legítimo generalizar, a partir de uma lista resultante de proposições de observação para a lei geral. Além disso, é evidente que, se uma amostra específica de metal não for observada expandir-se quando aquecida, a generalização universal não será justificada. A condição (3) é essencial.

O tipo de raciocínio que estamos discutindo, que nos leva de uma lista finita de afirmações singulares para a justificação de uma afirmação universal, levando-nos do particular para o todo, é denominado raciocínio *indutivo*, e o processo, denominado indução. Podemos resumir a posição indutivista ingênua dizendo que, de acordo com ela, a ciência é baseada no *princípio de indução*, que podemos assim descrever.

Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B.

De acordo com o indutivista ingênuo, o corpo do conhecimento científico é construído pela indução a partir da base segura fornecida pela observação. Conforme cresce o número de da-

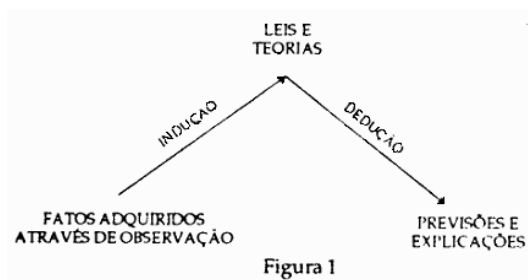
28

dos estabelecidos pela observação e pelo experimento, e conforme os fatos se tornam mais refinados e esotéricos devido a aperfeiçoamentos em nossas capacidades de observação e experimentação, cada vez mais leis e teorias de maior generalidade e escopo são construídas por raciocínio indutivo cuidadoso. O crescimento da ciência é contínuo, para a frente e para o alto, conforme o fundo de dados de observação aumenta.

A análise até aqui constitui apenas uma explicação parcial da ciência. Pois certamente uma característica importante da ciência é sua capacidade de

22

explicar e prever. É o conhecimento científico que possibilita a um astrônomo prever quando vai ocorrer o próximo eclipse do sol ou a um físico explicar por que o ponto de fervura da água é mais baixo que o normal em grandes altitudes. A Figura 1 mostra, de forma esquemática, um sumário completo do argumento indutivista da ciência. O lado esquerdo da figura refere-se à derivação de leis e teorias científicas a partir da observação, o que já discutimos. Resta discutir o lado direito. Antes de fazê-lo, será dito algo sobre o caráter do raciocínio lógico e dedutivo.



3. Raciocínio lógico e dedutivo

Uma vez que um cientista tem leis e teorias universais à sua disposição, é possível derivar delas várias conseqüências que servem como explicações e previsões. Por exemplo, dado o fato de que os metais se expandem quando aquecidos, é possível derivar o fato de que trilhos contínuos de ferrovias não interrompidos por pequenos espaços se alterarão sob o calor do Sol. O tipo de raciocínio envolvido em derivações dessa

29

espécie chama-se raciocínio *dedutivo*. A dedução é distinta da indução discutida na seção anterior.

Um estudo do raciocínio dedutivo constitui a disciplina da lógica.⁽⁸⁾ Não será feita aqui nenhuma tentativa de dar uma explicação e avaliação detalhadas da lógica. Ao invés disso, algumas de suas características importantes e relevantes para nossa análise da ciência serão ilustradas por meio de exemplos triviais.

⁸ A lógica é às vezes entendida como ciência que engloba o estudo do raciocínio indutivo, de forma que há uma lógica indutiva bem como uma lógica dedutiva. Neste livro, a lógica é entendida apenas como o estudo do raciocínio dedutivo.

Eis aqui um exemplo de uma dedução lógica.

Exemplo 1:

1. Todos os livros de filosofia são chatos.
2. Este livro é um livro de filosofia.
3. Este livro é chato.

Neste argumento, (1) e (2) são as premissas e (3) é a conclusão. É evidente, suponho, que, se (1) e (2) são verdadeiras, então (3) é obrigada a ser verdadeira. Não é possível para (3) ser falsa uma vez que é dado que (1) e (2) são verdadeiras. Para (1) e (2) serem verdadeiras e (3) ser falsa envolveria uma contradição. Essa é a característica-chave de uma dedução logicamente válida. Se as premissas de uma dedução logicamente válida são verdadeiras, então a conclusão deve ser verdadeira.

Uma ligeira modificação do exemplo acima nos dará um modelo de uma dedução que não é válida.

Exemplo 2:

1. Muitos livros de filosofia são chatos.
2. Este livro é um livro de filosofia.
3. Este livro é chato.

Neste exemplo, (3) não segue necessariamente (1) e (2). É possível (1) e (2) serem verdadeiras e, ainda assim, (3) ser falsa. Mesmo se (1) e (2) são verdadeiras, este livro pode ser um da minoria de livros de filosofia que não são chatos. Assegurar

30

(1) e (2) como verdadeiras e (3) como falsa não envolve uma contradição. O argumento é inválido.

O leitor pode agora estar se sentindo aborrecido. Experiências desse tipo certamente têm uma relação com a verdade das afirmações (1) e (3), nos exemplos 1 e 2. Mas um ponto que precisa ser enfatizado aqui é que a lógica e a dedução por si só não podem estabelecer a verdade de afirmações factuais como as que aparecem em nossos exemplos. Tudo o que a lógica pode oferecer a esse respeito é que, se as premissas são verdadeiras, *então* a conclusão deve ser verdadeira. Mas se as premissas são ou não verdadeiras é uma questão que não pode ser resolvida com um recurso à lógica. Um argumento pode ser uma dedução perfeitamente lógica mesmo que envolva uma premissa que é de fato falsa. Eis aqui um exemplo.

24

Exemplo 3:

1. Todos os gatos têm cinco patas.
2. Bugs Pussy é meu gato.
3. Bugs Pussy tem cinco patas.

Essa é uma dedução perfeitamente válida. É o caso em que, se (1) e (2) são verdadeiras, então (3) deve ser verdadeira. Acontece que, nesse exemplo, (1) e (3) são falsas. Mas isso não afeta o *status* do argumento como uma dedução válida. A lógica dedutiva sozinha, então, não funciona como uma fonte de afirmações verdadeiras sobre o mundo. A dedução está relacionada com a derivação de afirmações de outras afirmações dadas.

4. Previsão e explicação no relato indutivista

Estamos agora em posição de entender, de um modo simples, o funcionamento das leis e teorias como dispositivos de previsão e explicação na ciência. Começarei novamente com um exemplo trivial para ilustrar o ponto. Considere o seguinte argumento:

31

1. Água razoavelmente pura congela a cerca de 0° C (se for dado tempo suficiente).
2. O radiador de meu carro contém água razoavelmente pura.
3. Se a temperatura cair abaixo de 0° C, a água no radiador de meu carro vai congelar (se for dado tempo suficiente).

Temos aqui um exemplo de argumento lógico válido para deduzir a previsão (3) do conhecimento científico contido na premissa (1). Se (1) e (2) são verdadeiras, (3) deve ser verdadeira. Entretanto, a verdade de (1), (2) ou (3) não é estabelecida por esta ou qualquer outra dedução. Para um indutivista, a fonte da verdade não é a lógica, mas a experiência. Nessa visão, (1) pode ser averiguada por observação direta do congelamento da água. Uma vez que (1) e (2) tenham sido estabelecidas por observação e indução, então a previsão (3) pode ser *deduzida* deles.

Exemplos menos triviais podem ser mais complicados, mas os papéis desempenhados pela observação, indução e dedução permanecem essencialmente os mesmos. Como exemplo final, considerarei o relato indutivista de como a ciência física é capaz de explicar o arco-íris.

25

A premissa simples (1) do exemplo anterior é substituída aqui por diversas leis que governam o comportamento da luz, a saber, as leis de reflexão e refração da luz e afirmações sobre a dependência do grau de refração sobre a cor. Esses princípios gerais são derivados da experiência por indução. Um grande número de experimentos de laboratório é realizado refletindo-se raios de luz a partir de espelhos e superfícies de água, mensurando-se ângulos de incidência e refração para os raios de luz passando do ar para a água, da água para o ar etc. sob uma ampla variedade de condições, repetindo os experimentos com luz de várias cores, e assim por diante, até que as condições necessárias para legitimar a generalização indutiva para as leis da ótica sejam satisfeitas.

A premissa (2) do exemplo anterior será também substituída por um conjunto mais complexo de afirmações. Este incluirá asserções para a consequência de que o Sol está situado em alguma posição especificada no céu em relação a um observador na Terra, e de que gotas de chuva estão caindo de uma nuvem situada em alguma região específica relativa ao observador. Conjuntos de afirmações como essas, que descrevem os

32

detalhes do cenário sob investigação, serão referidos como cote dições iniciais. Descrições de cenários experimentais podem ser exemplos típicos de condições iniciais.

Dadas as leis da ótica e as condições iniciais, é agora possível realizar deduções submetendo uma explicação da formação de um arco-íris visível ao observador. Tais deduções já não serão mais tão evidentes como em nossos exemplos anteriores e podem envolver argumentos tanto matemáticos quanto verbais. A argumentação corre, *grosso modo*, como se segue. Se admitimos que uma gota de chuva é mais ou menos esférica, então a passagem de um raio de luz através de uma gota de chuva será semelhante ao que é mostrado na Figura 2. Se um raio de luz branca incide sobre uma gota de chuva em a , então, se a lei da refração é verdadeira, o raio vermelho se deslocará ao longo de ab , e o raio azul ao longo de ab' . Novamente, se as leis que governam a reflexão são verdadeiras, então ab deve ser refletido ao longo de bc e ab' ao longo de $b'c'$. A refração em c e c' será novamente determinada pela lei da refração, de modo que um observador olhando para a gota de chuva verá os componentes vermelho e azul da luz branca separados (e também todas as outras cores do espectro). A mesma separação de cores também será tornada visível para nosso observador de qualquer gota de chuva que esteja situada numa região do céu

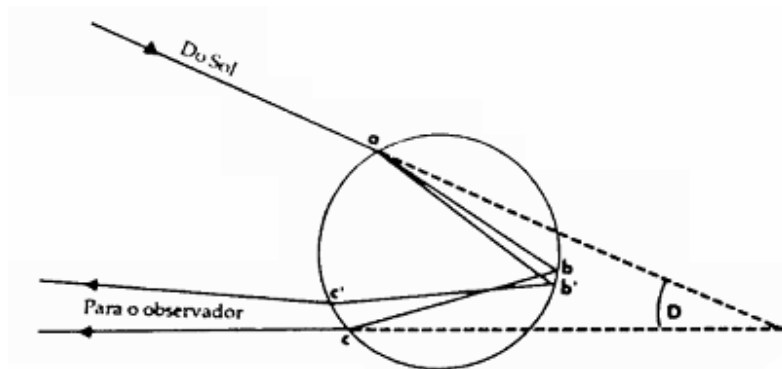


Figura 2

33

tal que a linha, unindo a gota de chuva ao Sol, faça um ângulo D com a linha que liga a gota de chuva ao observador. Considerações geométricas então levam à conclusão de que um arco colorido será visível ao observador desde que a nuvem de chuva se estenda suficientemente.

Apenas esbocei a explicação do arco-íris aqui, mas já deve ser suficiente para ilustrar a forma geral do raciocínio envolvido. Dado que as leis da ótica são verdadeiras (e para o indutivista ingênuo isso pode ser estabelecido a partir da observação por indução), e dado que as condições iniciais são acuradamente descritas, então a explicação do arco-íris segue-se necessariamente. A forma geral de todas as explicações e previsões científicas pode ser assim resumida:

1. Leis e teorias.
2. Condições iniciais.
3. Previsões e explicações.

Esse é o passo mostrado no lado direito da Figura 1.

A descrição seguinte do método científico feita por um economista do século XX adapta-se estreitamente à explicação indutivista ingênua da ciência tal como a descrevi, e indica que ela não é uma posição que eu inventei apenas com o propósito de criticá-la.

Se tentarmos imaginar como uma mente de poder e alcance sobre-humano, mas normal no que se refere aos processos lógicos de seus pensamentos, ... usaria o método científico, o processo seria o seguinte: primeiro, todos os fatos seriam observados e

registrados, *sem seleção* ou conjectura *a priori* quanto à sua importância relativa. Em segundo lugar, os fatos observados e registrados seriam analisados, comparados e classificados, sem *hipóteses* ou *postulados* além daqueles necessariamente envolvidos na lógica do pensamento. Em terceiro lugar, a partir dessa análise dos fatos, seriam indutivamente tiradas generalizações, bem como para as relações, classificatórias ou casuais, entre elas. Em quarto lugar, pesquisa ulterior seria dedutiva bem como indutiva, empregando inferências a partir de generalizações previamente estabelecidas.⁹

34

5. A atração do indutivismo ingênuo

A explicação indutivista ingênuo da ciência tem alguns méritos aparentes. Sua atração parece residir no fato de que ela dá uma explicação formalizada de algumas das impressões popularmente mantidas a respeito do caráter da ciência, seu poder de explicação e previsão, sua objetividade e sua confiabilidade superior comparada a outras formas de conhecimento.

Já vimos como o indutivista ingênuo justifica o poder da ciência de explicar e prever.

A objetividade da ciência indutivista deriva do fato de que tanto a observação como o raciocínio indutivo são eles mesmos objetivos. Proposições de observação podem ser averiguadas

por qualquer observador pelo uso normal dos sentidos. Não é permitida a intrusão de nenhum elemento pessoal, subjetivo. A validade das proposições de observação, quando corretamente alcançada, não vai depender do gosto, da opinião, das esperanças ou expectativas do observador. O mesmo vale para o raciocínio indutivo por meio do qual o conhecimento científico é derivado a partir das proposições de observação. As induções satisfazem ou não as condições prescritas. Não é uma questão subjetiva de opinião.

A confiabilidade da ciência acompanha as afirmações do indutivista sobre a observação e a indução. As proposições de observação que formam a base da ciência são seguras e confiáveis porque sua verdade pode ser averiguada pelo uso direto dos sentidos. Além disso, a confiabilidade das proposições de

⁹ Esta citação, devida a A. B. Wolfe está como citada por Carl C. Hempel, *Philosophy of Natural Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1966), p. 11. Os itálicos estão na citação original.

observação será transmitida às leis e teorias delas derivadas, desde que as condições para as induções legítimas estejam satisfeitas. Isso é garantido pelo princípio de indução que forma a base da ciência de acordo com o indutivista ingênuo.

Já mencionei que vejo o relato indutivista ingênuo da ciência como sendo muito errado e perigosamente enganador. Nos próximos dois capítulos, vou começar a dizer por quê. Entretanto, devo talvez deixar claro que a posição que acabo de delinear é uma forma muito extrema de indutivismo. Muitos indutivistas mais sofisticados não gostariam de ser associados com algumas das características deste indutivismo ingênuo. Não obstante, todos os indutivistas afirmariam que, na medida em que as teorias científicas podem ser justificadas, elas o são

35

por estarem apoiadas indutivamente em alguma base mais ou menos segura fornecida pela experiência. Os capítulos subseqüentes deste livro nos fornecerão muitas razões para duvidar dessa afirmação.

OUTRAS LEITURAS

O indutivismo ingênuo que descrevi é ingênuo demais para que filósofos lidem compassivamente com ele. Uma das tentativas clássicas mais sofisticadas para sistematizar o raciocínio indutivo é a de

John Stuart Mill, *A System of Logic* (Londres: Longman, 1961). Um excelente sumário simples de visões mais modernas é *The Foundations of Scientific Inference*, de Wesley C. Salmon (Pittsburgh: Pittsburgh University Press, 1975). A extensão na qual os filósofos indutivistas estão preocupados com as bases empíricas do conhecimento e sua origem na percepção dos sentidos é bastante evidente em *The Foundations of Empirical Knowledge*, de A. J. Ayer (Londres: Macmillan, 1955). Uma boa descrição e discussão simples das posições tradicionais sobre a percepção dos sentidos é *Perception: Facts and Theories*, de C. W. K. Mundle (Oxford: Oxford University Press, 1971). Para uma visão desse ramo específico de indutivismo, eu sugiro duas coleções: *Logical Positivism*, editada por A. J. Ayer (Glencoe: Free Press, 1959) e *The Philosophy of Rudolf Carnap*, editada por P. A. Schilpp (La Salle, Illinois: Open Court, 1963). A extensão na qual o programa indutivista se tornou um programa altamente técnico é evidente em *Logical Foundations of Probability*, de R. Carnap (Chicago: University of Chicago Press, 1962).

29

II

O PROBLEMA DA INDUÇÃO

1. *O princípio de indução pode ser justificado?*

De acordo com o indutivista ingênuo, a ciência começa com observação, a observação fornece uma base segura sobre a qual o conhecimento científico pode ser construído, e o conhecimento científico é obtido a partir de proposições de observação por indução. Neste capítulo, a explicação indutivista da ciência será criticada lançando-se dúvida sobre a terceira dessas suposições. Será lançada dúvida sobre a validade e justificabilidade do princípio de indução. Posteriormente, no Capítulo III, as duas primeiras suposições serão desafiadas e refutadas.

Minha descrição do princípio de indução diz: “Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As possuem a propriedade B”. Este princípio, ou algo muito semelhante, é o princípio básico em que se fundamenta a ciência, se a posição indutivista ingênua for aceita. Sob esta luz, uma questão óbvia com a qual se defronta o indutivista é: “Como pode o princípio de indução ser justificado?” Isto é, se a observação nos proporciona um conjunto seguro de proposições de observação como nosso ponto de partida (uma suposição que concedemos em consideração ao argumento deste capítulo), por que é que o raciocínio indutivo leva a conhecimento científico confiável e talvez mesmo verdadeiro? Existem duas linhas de abordagem abertas ao indutivista na tentativa de responder esta questão. Ele pode

37

tentar justificar o princípio apelando para a lógica, um recurso que nós livremente lhe garantimos, ou pode tentar justificar o princípio apelando para a experiência, um recurso que faz na base de toda sua abordagem da ciência. Examinemos por sua vez essas duas linhas de abordagem.

30

Argumentos lógicos válidos caracterizam-se pelo fato de que, se a premissa do argumento é verdadeira, então a conclusão deve ser verdadeira. Os argumentos dedutivos possuem este caráter. O princípio de indução certamente se justificaria se argumentos indutivos também o possuíssem. Mas eles não o possuem. Os argumentos indutivos não são argumentos logicamente válidos. Não é o caso de que, se as premissas de uma inferência indutiva são verdadeiras, então a conclusão deve ser verdadeira. É possível a conclusão de um argumento indutivo ser falsa embora as premissas sejam verdadeiras e, ainda assim, não haver contradição envolvida. Suponhamos, por exemplo, que até hoje eu tenha observado uma grande quantidade de corvos sob uma ampla variedade de circunstâncias e tenha observado que todos eles são pretos e que, com base nisto, concluo: “Todos os corvos são pretos”. Esta é uma inferência indutiva perfeitamente legítima. As premissas da inferência são um grande número de afirmações do tipo “Observou-se que o corvo x era preto no período p ”, e nós tomámos todas como sendo verdadeiras. Mas não há garantia lógica de que o próximo corvo que observarei não seja cor-de-rosa. Se for este caso, então a conclusão “Todos os corvos são pretos” será falsa. Isto é, a inferência indutiva inicial, que era legítima na medida em que satisfazia os critérios especificados pelo princípio de indução, teria levado a uma conclusão falsa, a despeito do fato de que todas as premissas da inferência eram verdadeiras. Não há nenhuma contradição lógica em afirmar que todos os corvos observados se revelaram pretos e também que nem todos os corvos são pretos. A indução não pode ser justificada puramente em bases lógicas.

Um exemplo mais interessante embora um tanto medonho é uma elaboração da história que Bertrand Russell conta do peru indutivista. Esse peru descobrira que, em sua primeira manhã na fazenda de perus, ele fora alimentado às 9 da manhã. Contudo, sendo um bom indutivista, ele não tirou conclusões apressadas. Esperou até recolher um grande número de obser-

38

vações do fato de que era alimentado às 9 da manhã, e fez essas observações sob uma ampla variedade de circunstâncias, às quartas e quintas-feiras, em dias quentes e dias frios, em dias chuvosos e dias secos. A cada dia acrescentava uma outra proposição de observação à sua lista. Finalmente, sua consciência indutivista ficou satisfeita e ele levou a cabo uma inferência indutiva para concluir. “Eu sou alimentado sempre às 9 da manhã”. Mas, ai de mim, essa conclusão demonstrou ser falsa, de modo inequívoco, quando, na véspera do Natal, ao invés de ser alimentado, ele foi degolado. Uma inferência indutiva com premissas verdadeiras levava a uma conclusão falsa.

O princípio de indução não pode ser justificado meramente por um apelo à lógica. Dado este resultado, parece que o indutivista, de acordo com seu próprio ponto de vista, é agora obrigado a indicar como o princípio de indução pode ser derivado da experiência. Como seria uma tal derivação? Presumivelmente, seria semelhante a este fato. Observou-se que a indução funciona num grande número de ocasiões. Às leis da ótica, por exemplo, derivadas por indução dos resultados de experimentos de laboratório, têm sido usadas em numerosas ocasiões no projeto de instrumentos óticos, e esses instrumentos têm funcionado satisfatoriamente. Mais uma vez, as leis do movimento planetário, derivadas de observações de posições planetárias etc., têm sido empregadas com sucesso para prever a ocorrência de eclipses. Esta lista poderia ser largamente estendida com relatos de previsões e explicações bem-sucedidas tornadas possíveis por leis e teorias científicas derivadas indutivamente. Dessa maneira, o princípio da indução é justificado.

A justificação acima, da indução, é totalmente inaceitável, como demonstrou conclusivamente David Hume já em meados do século XVIII. O argumento proposto para justificar a indução é circular porque emprega o próprio tipo de argumento indutivo cuja validade está supostamente precisando de justificação. A forma de argumento de justificação é como se segue:

O princípio de indução foi bem na ocasião x_1 .

O princípio de indução foi bem sucedido na ocasião x_1 etc.

princípio de indução e sempre bem sucedido.

Uma afirmação universal assegurando a validade do princípio de indução é aqui inferida de várias afirmações singulares re-

39

gistrando bem-sucedidas aplicações passadas do princípio. O argumento é portanto indutivo e assim não pode ser usado para justificar o princípio de indução. Não podemos usar a indução para justificar a indução. Esta dificuldade associada à justificação da indução tem sido tradicionalmente chamada de “o problema da indução”.

Parece, então, que o indutivista ingênuo impenitente está em dificuldades. A exigência extrema de que todo conhecimento deve ser obtido da experiência por indução exclui o princípio da indução básico à posição indutivista.

Além da circularidade envolvida nas tentativas de justificar o princípio da indução, como já afirmei antes, o princípio sofre de outras deficiências. Estas originam-se da vagueza e dubiedade da exigência de que um “grande número” de observações deve ser feito sob uma “ampla variedade” de circunstâncias.

32

Quantas observações constituem um grande número? Uma barra de metal deve ser aquecida dez vezes, cem vezes ou quantas vezes mais antes que possamos concluir que ela sempre se expande quando aquecida? Seja qual for a resposta a esta questão, pode-se produzir exemplos que lancem dúvida sobre a invariável necessidade de um grande número de observações. Para ilustrar, refiro-me à vigorosa reação pública contra as armas nucleares que se seguiu ao lançamento da primeira bomba atômica sobre Hiroshima perto do fim da II Guerra Mundial. Essa reação baseava-se na compreensão de que as bombas atômicas causavam morte e destruição em larga escala e extremo sofrimento humano. E, no entanto, esta crença generalizada baseava-se em apenas uma dramática observação. Novamente, seria necessário um indutivista muito teimoso para botar a mão no fogo muitas vezes antes de concluir que o fogo queima. Em circunstâncias como essas, a exigência de um grande número de observações parece inadequada. Em outras situações, a exigência parece mais plausível. Por exemplo, ficaríamos justificadamente relutantes em atribuir poderes sobrenaturais a uma cartomante com base em apenas uma previsão correta. Tampouco seria justificável concluir alguma conexão causal entre fumar e câncer no pulmão sobre a evidência de que apenas um fumante inveterado contraiu a moléstia. Fica claro, penso eu, a partir destes exemplos, que, se o princípio da indução deve ser

40

um guia para o que se estima como uma inferência científica legítima, então a cláusula “grande número” terá que ser determinada detalhadamente.

A posição do indutivista ingênuo é, além disso, ameaçada, quando a exigência de que as observações devem ser feitas sob uma ampla variedade de circunstâncias é examinada de perto. O que deve ser considerado como uma variação significativa nas circunstâncias? Na investigação do ponto de fervura da água, por exemplo, é necessário variar a pressão, a pureza da água, o método de aquecimento e a hora do dia? A resposta às primeiras duas questões é “Sim” e às duas seguintes é “Não”. Mas quais são as bases para estas respostas? Esta questão é importante porque a lista de variações pode ser estendida indefinidamente pelo acréscimo de uma quantidade de variações subseqüentes tais como a cor do recipiente, a identidade do experimentador, a localização geográfica e assim por diante. A menos que tais variações “supérfluas” possam ser eliminadas, o número de observações necessárias para se chegar a uma inferência indutiva legítima será infinitamente grande. Então quais são as bases nas quais um grande número de variações é julgado supérfluo? Eu sugiro que a resposta seja suficientemente clara. As variações que são significativas distinguem-se das supérfluas apelando-se ao nosso

33

conhecimento teórico da situação e dos tipos de mecanismos físicos em vigor. Mas, admitir isto, é admitir que a teoria joga um papel vital *antes* da observação. O indutivista ingênuo não pode se permitir fazer tal admissão. Contudo, prosseguir nisto levaria a críticas do indutivismo que reservei para o próximo capítulo. Por enquanto simplesmente aponto que a cláusula “ampla variedade de circunstâncias” no princípio de indução coloca sérios problemas para o indutivista.

2. O recuo para a probabilidade

Há uma maneira razoavelmente óbvia na qual a posição indutivista extremamente ingênua, criticada na seção anterior, pode ser enfraquecida numa tentativa de enfrentar alguma crítica. Um argumento em defesa de uma posição mais fraca pode correr mais-ou menos da seguinte forma.

Não podemos estar cem por cento seguros de que, só porque observamos o pôr-do-Sol a cada dia em muitas ocasiões, o

41

Sol vai se pôr todos os dias. (De fato, no Ártico e na Antártida, há dias em que o Sol não se põe.) Não podemos estar cem por cento seguros de que a próxima pedra atirada não “cairá” para cima. Não obstante, embora generalizações às quais se chega por induções legítimas não possam ser garantidas como perfeitamente verdadeiras, elas são *provavelmente* verdadeiras. A luz das evidências, é muito provável que o Sol sempre vai se pôr em Sidnei, e que as pedras vão cair para baixo ao serem atiradas. Conhecimento científico não é conhecimento comprovado, mas representa conhecimento que é provavelmente verdadeiro. Quanto maior for o número de observações formando a base de uma indução e maior a variedade de condições sob as quais essas observações são feitas, maior será a probabilidade de que as generalizações resultantes sejam verdadeiras.

Se é adotada esta versão modificada da indução, então o princípio de indução será substituído por uma versão probabilística que dirá algo como: “Se um grande número de As foi observado sob uma ampla variedade de condições, e se todos esses As observados, sem exceção, possuíam a propriedade B, então todos os As provavelmente possuem a propriedade B”. Esta reformulação não supera o problema da indução. O princípio reformulado ainda é uma afirmação universal. Ele implica, baseado em um número limitado de eventos, que todas as aplicações do princípio levarão a conclusões provavelmente

34

verdadeiras. As tentativas de justificar a versão probabilística do princípio de indução por apelo à experiência devem sofrer da mesma deficiência das tentativas de justificar o princípio em sua forma original. A justificação vai empregar um argumento do mesmo tipo que é visto como precisando de justificação.

Mesmo que o princípio de indução em sua versão probabilística pudesse ser justificado, existem ainda problemas subseqüentes que devem ser enfrentados pelo nosso indutivista mais cauteloso. Esses problemas estão associados às dificuldades encontradas quando se tenta ser preciso a respeito justamente de quão provável é uma lei ou teoria à luz de evidência especificada. Pode parecer intuitivamente plausível que, conforme aumenta o apoio observável que uma lei universal recebe, a probabilidade dela ser verdadeira também aumenta. Mas esta intuição não resiste a um exame. Dada a teoria-padrão de probabilidade, é muito difícil construir uma justificação da in-

42

dução que evite a consequência de que a probabilidade de qualquer afirmação universal fazendo alegações sobre o mundo é zero, qualquer que seja a evidência observável. Colocando as coisas de uma forma não-técnica, qualquer evidência observável vai consistir em um número finito de proposições de observação, enquanto uma afirmação universal reivindica um número infinito de situações possíveis. A probabilidade de a generalização universal ser verdadeira é, desta forma, um número finito dividido por um número infinito, que permanece zero por mais que o número finito de proposições de observação, que constituem a evidência, tenha crescido.

Este problema, associado às tentativas de atribuir probabilidades a leis e teorias científicas à luz da evidência dada, originou um programa de pesquisa técnica detalhado que tem sido tenazmente desenvolvido pelos indutivistas nas últimas décadas. Têm sido elaboradas linguagens artificiais pelas quais é possível atribuir probabilidades únicas não-zero a generalizações, mas as linguagens são tão restritas que não contêm generalizações universais. Elas estão bem afastadas da linguagem da ciência.

Uma outra tentativa de salvar o programa indutivista envolve a desistência da idéia de atribuir probabilidades a leis e teorias científicas. Em vez disso, a atenção é dirigida para a probabilidade de previsões individuais estarem corretas. De acordo com esta abordagem, o objeto da ciência é, por exemplo, medir a probabilidade de o Sol nascer amanhã em vez da probabilidade de que ele sempre nascerá. Espera-se que a ciência seja capaz de fornecer uma garantia de que uma determinada ponte vai suportar tensões variadas e não

35

cair, mas não que todas as pontes daquele tipo serão satisfatórias. Foram desenvolvidos alguns sistemas nessa linha permitindo a atribuição de probabilidades não-zero a previsões individuais. Mencionaremos aqui duas críticas a eles. Primeiro, a noção de que a ciência está relacionada com a produção de um conjunto de previsões individuais em vez de produção de *conhecimento* na forma de um complexo de afirmações gerais é, para dizer o mínimo, antiintuitiva. Em segundo lugar, mesmo quando a atenção é restrita a previsões individuais, pode-se argumentar que as teorias científicas, e portanto as afirmações universais, estão inevitavelmente envolvidas na estimativa da proba-

43

bilidade de uma previsão ser bem-sucedida. Por exemplo, num sentido intuitivo, não-técnico de “provável”, podemos estar preparados para afirmar que é provável até certo grau que um fumante inveterado vá morrer de câncer no pulmão. A evidência que apóia a afirmação seriam presumivelmente os dados estatísticos disponíveis. Mas esta probabilidade intuitiva será significativamente aumentada se houver uma teoria plausível e bem apoiada disponível que demonstre uma conexão causal entre o tabagismo e o câncer pulmonar. Da mesma forma, estimativas da probabilidade de que o Sol nascerá amanhã aumentarão, uma vez que o conhecimento das leis que governam o comportamento do sistema solar seja levado em consideração. Mas esta dependência da probabilidade de exatidão de previsões às teorias e leis universais solapa a tentativa dos indutivistas de atribuir probabilidades não-zero às previsões individuais. Uma vez que afirmações universais estejam envolvidas de uma maneira significativa, as probabilidades da exatidão das previsões individuais ameaçam ser zero novamente.

3. Respostas possíveis ao problema da indução

Diante do problema da indução e dos problemas relacionados, os indutivistas têm passado de uma dificuldade para outra em suas tentativas de construir a ciência como um conjunto de afirmações que podem ser estabelecidas como verdadeiras à luz da evidência dada. Cada manobra em sua ação de retaguarda os têm afastado ainda mais das noções intuitivas sobre esse empreendimento excitante conhecido como ciência. Seus programas técnicos levaram a avanços interessantes dentro da teoria da probabilidade, mas nenhum novo *insight* foi acrescentado sobre a natureza da ciência. Seu programa degenerou.

Há várias respostas possíveis ao problema da indução. Uma delas é a cética. Podemos aceitar que a ciência se baseia na indução e aceitar também a demonstração de Hume de que a indução não pode ser justificada por apelo à lógica ou à experiência, e concluir que a ciência não pode ser justificada racionalmente. O próprio Hume adotou uma posição desse tipo. Ele sustentava que crenças em leis e teorias nada mais são que hábitos psicológicos que adquirimos como resultado de repetições das observações relevantes.

44

Uma segunda resposta é enfraquecer a exigência indutivista de que todo o conhecimento não-lógico deve ser derivado da experiência e argumentar pela racionalidade do princípio da indução sobre alguma outra base. Entretanto, ver o princípio de indução, ou algo semelhante, como “óbvio” não é aceitável. O que vemos como óbvio depende demais de nossa educação, nossos preconceitos e nossa cultura para ser um guia confiável para o que é razoável. Para muitas culturas, em vários estágios na história, era óbvio que a Terra era achatada. Antes da revolução científica de Galileu e Newton, era óbvio que se um objeto devia se mover, ele precisava de uma força ou causa de algum tipo para fazê-lo mover-se. Isto pode ser óbvio para alguns leitores deste livro carentes de uma instrução em física, e no entanto é falso. Se o princípio de indução deve ser defendido como razoável, algum argumento mais sofisticado do que um apelo à sua obviedade deve ser oferecido.

Uma terceira resposta ao problema da indução envolve a negação de que a ciência se baseie em indução. O problema da indução será evitado se pudermos estabelecer que a ciência não envolve indução. Os falsificacionistas, notadamente Karl Popper, tentam fazer isto. Discutiremos essas tentativas mais detalhadamente nos Capítulos, IV, V e VI.

Neste capítulo, soei demais como filósofo. No próximo capítulo, passo para uma crítica do indutivismo mais interessante, mais vigorosa e mais frutífera.

OUTRAS LEITURAS

A fonte histórica do problema da indução em Hume é a Parte 3 de D. Hume, *Treatise on Human Nature* (Londres: Dent, 1939). Uma outra discussão clássica do problema é o Capítulo 6 de B. Russell, *Problems of Philosophy* (Oxford: Oxford University Press, 1912). Uma investigação e discussão bastante minuciosa e técnica das conseqüências do argumento de Hume por um simpatizante do indutivismo é D. C. Stove, *Probability and Hume's*

Inductive Scepticism (Oxford: Oxford University Press, 1973). A reivindicação de Popper de ter resolvido o problema da indução é resumida em K. R. Popper, “Conjectural Knowledge: My Solution to the Problem of Induction”, em seu *Objective Knowledge* (Oxford: Oxford University Press, 1972), Cap. 1. Uma crítica da posição de Popper do ponto de vista de um simpatizante do falsificacionismo é L Lakatos, “Popper on Demarcation and Induction”, em **The**

45

Philosophy of Karl R. Popper, ed. P.A. Schilpp (La Salle, Illinois: Open Court, 1974), pp. 241-73. Lakatos escreveu uma provocante história do desenvolvimento do programa indutivista em seu “Changes in the Problem of Inductive Logic”, em *The Problem of Inductive Logic*, ed. 1. Lakatos (Amsterdã: North Holland Publishing Co., 1968), pp. 315-417. Críticas do indutivismo de um ponto de vista diferente do adotado neste livro estão na clássica P. Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory* (Nova York: Atheneum, 1962).

III

A DEPENDÊNCIA QUE A OBSERVAÇÃO TEM DA TEORIA

Vimos que, de acordo com nosso indutivista ingênuo, a observação cuidadosa e sem preconceitos produz uma base segura da qual pode ser obtida provavelmente verdade ou conhecimento científico. No capítulo anterior, esta posição foi criticada apontando-se as dificuldades existentes em qualquer tentativa de justificar o raciocínio indutivo envolvido na obtenção de leis e teorias científicas a partir da observação. Alguns exemplos sugeriam que há base positiva para suspeitar da pretensa confiabilidade do raciocínio indutivo. Não obstante, esses argumentos não constituem uma refutação definitiva do indutivismo, especialmente quando se considera que muitas teorias rivais da ciência enfrentam uma dificuldade similar, a ele relacionada.¹⁰ Neste capítulo, é desenvolvida uma objeção mais séria à posição indutivista envolvendo uma crítica, não das induções pelas quais o conhecimento científico deve ser supostamente obtido a partir da observação, mas das suposições do indutivista relativas ao *status* e ao papel da própria observação.

Existem duas suposições importantes envolvidas na posição indutivista ingênua em relação à observação. Uma é que *a ciência começa com a observação*. A outra é que *a observação produz uma base segura* da qual o conhecimento pode ser derivado. Neste capítulo, estas duas suposições serão criticadas de várias maneiras e rejeitadas por várias razões. Mas, antes de tudo, vou

47

esboçar uma explicação da observação que acredito ser comumente mantida nos tempos modernos, e que dá plausibilidade à posição indutivista ingênua.

1. Uma explicação popular de observação

¹⁰ Ver Capítulo XII, seção 4

Em parte porque o sentido da visão é o sentido mais extensivamente usado na prática da ciência, e em parte por conveniência, restringirei minha discussão de observação ao domínio da visão. Na maioria dos casos, não será difícil ver como o argumento apresentado poderia ser reconstruído de maneira a ser aplicável à observação via os outros sentidos. Uma explicação simples, popular, da visão poderia ser a seguinte. Os seres humanos vêm usando seus olhos. Os componentes mais importantes do olho humano são as lentes e a retina, esta funcionando como uma tela sobre a qual se formam para o olho as imagens de objetos externos. Raios de luz a partir de um objeto visto passam deste para a lente via o meio intermediário. Esses raios são refratados pelo material da lente e, portanto, postos em foco na retina, formando assim uma imagem do objeto visto. Assim, o funcionamento do olho é muito semelhante ao de uma câmera. Uma grande diferença está na maneira como a imagem final é registrada. Os nervos óticos passam da retina para o córtex central do cérebro. Eles transportam a informação relativa à luz que incide sobre as várias regiões da retina. É o registro dessa informação pelo cérebro humano que corresponde à visão do objeto pelo observador humano. Muitos detalhes poderiam ser acrescentados a esta descrição simples, mas o relato oferecido capta a idéia geral.

Dois pontos são fortemente sugeridos pelo esboço que se segue da observação via sentido da visão, que são pontos-chave para o indutivista. O primeiro é que um observador humano tem acesso mais ou menos direto a algumas propriedades do mundo externo à medida que essas propriedades são registradas pelo cérebro no ato da visão. O segundo é que dois observadores normais vendo o mesmo objeto ou cena do mesmo lugar “verão” a mesma coisa. Uma combinação idêntica de raios de luz vai atingir o olho de cada observador, vai ser focada em suas retinas normais pelas suas lentes normais e produzirá imagens similares. Informação similar vai então alcançar o cérebro de cada observador via seus nervos óticos

48

normais, e daí podermos concluir que os dois observadores “vêm” a mesma coisa. Estes dois pontos serão diretamente atacados na seção seguinte. As seções posteriores lançarão dúvidas subseqüentes e mais importantes sobre a adequação da postura indutiva sobre observação.

2. Experiências visuais não determinadas pelas imagens sobre a retina

Há uma vasta quantidade de evidência para indicar que não é exatamente o caso que a experiência sofrida pelos observadores ao verem um objeto seja determinada somente pela informação, na forma de raios de luz, penetrando os olhos do observador, e tampouco seja determinada unicamente pelas imagens sobre as retinas de um observador. Dois observadores normais vendo o mesmo objeto do mesmo lugar sob as mesmas circunstâncias físicas não têm necessariamente experiências visuais idênticas, mesmo considerando-se que as imagens em suas respectivas retinas possam ser virtualmente idênticas. Há um importante sentido no qual os dois observadores não “vêm” necessariamente a mesma coisa. Como diz N. R. Hanson, “Há mais coisas no ato de enxergar que o que chega aos olhos” Alguns exemplos simples ilustrarão isto.

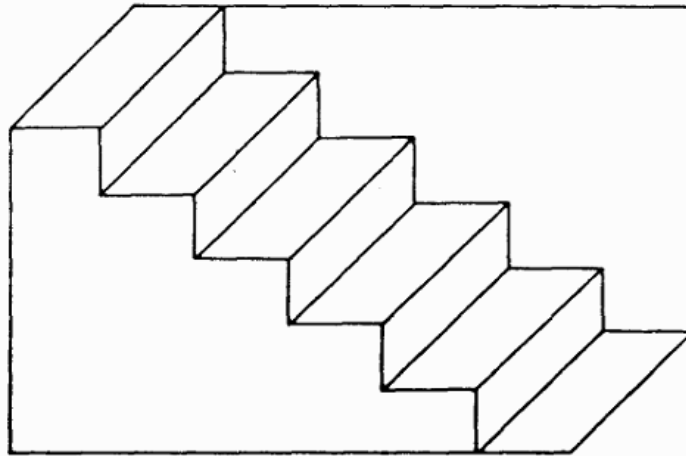


Figura 3

49

A maioria de nós, ao olhar pela primeira vez a Figura 3, vê o desenho de uma escada com a superfície superior dos degraus visível. Mas esta não é a única maneira que ela pode ser vista. Ela pode, sem dificuldade, ser vista também como uma escada com a superfície inferior dos degraus visível. Além disso, se olhamos para a figura por algum tempo, em geral descobrimos, involuntariamente, que o que se vê muda freqüentemente de uma escada vista de cima para uma escada vista de baixo e de volta novamente. E, no entanto, parece razoável supor que, na medida em que ela permanece o mesmo objeto visto pelo observador, as imagens na retina não mudam. Se a figura é tida como uma escada vista de cima ou uma escada vista de baixo parece depender de algo além da imagem na retina do observador. Suspeito que nenhum leitor deste livro questionou minha afirmação de que a Figura 3 parece uma escada de algum tipo. Contudo, os resultados de experimentos com membros de

41

várias tribos africanas cuja cultura não inclui o costume de representar objetos tridimensionais por desenhos em perspectiva bidimensional indicam que os membros dessas tribos não teriam visto a Figura 3 como uma escada mas como um arranjo bidimensional de linhas. Presumo que a natureza das imagens formadas nas retinas dos observadores seja relativamente independente de sua cultura. Além disso, parece seguir-se que as experiências perceptivas que os observadores têm no ato de ver não são determinadas unicamente pelas imagens sobre suas retinas. Este ponto foi colocado e ilustrado com vários exemplos por Hanson⁽¹¹⁾.

O que um observador vê, isto é, a experiência visual que um observador tem ao ver um objeto, depende em parte de sua experiência passada, de seu conhecimento e de suas expectativas. Eis aqui dois exemplos simples para ilustrar este ponto.

Num experimento bem conhecido, mostraram-se às pessoas cartas de baralho por uma pequena duração de tempo e se lhes pediu que as identificassem. Quando um baralho normal foi utilizado, as pessoas foram capazes de realizar esta tarefa bastante satisfatoriamente. Mas quando foram introduzidas cartas anômalas, tais como um ás de espadas vermelho, então,

50

no início, quase todas as pessoas começaram por identificar tais cartas incorretamente como alguma carta normal. Elas viam um ás de espadas vermelho como um ás de ouros normal ou um ás de espadas normal. As impressões subjetivas experimentadas pelos observadores foram influenciadas pelas suas expectativas. Quando, após um período de confusão, as pessoas começaram a se dar conta, ou foram informadas de que havia cartas anômalas no baralho, elas então não tiveram problema em identificar corretamente todas as cartas que lhes eram mostradas, anômalas ou não. A mudança em seu conhecimento e expectativas foi acompanhada por uma mudança no que elas viam, embora ainda estivessem vendo os mesmos objetos físicos.

Um outro exemplo é proporcionado por um quebra-cabeça infantil que consiste em achar o desenho de um rosto humano no meio da folhagem de uma árvore desenhada. Neste caso, o que é visto, isto é, a impressão subjetiva vivenciada por uma pessoa vendo o desenho, primeiro corresponde a uma árvore, com tronco, folhas, galhos. Mas isso muda uma vez que o rosto humano tenha sido detectado. O que tinha sido visto antes como folhagem e partes de galhos é visto agora como um rosto humano. Novamente, o mesmo

¹¹ N. R Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958), Capítulo 1.

objeto físico era visto antes e depois da solução do quebra-cabeça, e presumivelmente a imagem sobre a retina do observador não mudou no momento em que a solução foi encontrada e o rosto descoberto. E se o desenho for visto posteriormente, o rosto poderá ser facilmente visto de novo por um observador que já resolveu o quebra-cabeça. Neste exemplo, o que um observador vê é afetado pelo seu conhecimento e experiência.

“O que”, pode ser sugerido, “têm estes exemplos inventados a ver com a ciência?” Em resposta, não é difícil produzir exemplos da prática da ciência que ilustram o mesmo ponto, a saber, que o que os observadores vêem, as experiências subjetivas que eles vivenciam ao verem um objeto ou cena, não é determinado apenas pelas imagens sobre suas retinas, mas depende também da experiência, expectativas e estado geral interior do observador. É necessário aprender como ver adequadamente através de um telescópio ou microscópio, e o arranjo desestruturado de padrões brilhantes e escuros que o iniciante observa é diferente do espécime ou cena detalhada que o observador treinado pode discernir. Algo desse tipo deve ter ocorri-

51

do quando Galileu introduziu pela primeira vez o telescópio como um instrumento para explorar os céus. As restrições que os oponentes de Galileu tiveram em aceitar fenômenos tais como as luas de Júpiter, que Galileu aprendera a ver, devem ter sido motivadas em parte não pelo preconceito, mas pelas dificuldades genuínas encontradas no processo de aprender a “ver” através do que eram, afinal, telescópios muito rudimentares. Na passagem que se segue, Michael Polanyi descreve as mudanças na experiência perceptiva de um estudante de medicina quando ele aprende a fazer um diagnóstico através do exame de uma chapa de raios X.

Pense num estudante de medicina fazendo um curso de diagnósticos de doenças pulmonares por raios X. Ele vê, numa sala escura, traços sombreados sobre uma tela fluorescente colocada contra o peito de um paciente, e ouve o radiologista comentando com seus assistentes, em linguagem técnica, as características significativas dessas sombras. Primeiramente, o estudante fica completamente intrigado. Pois ele consegue ver no quadro de raios X de um peito apenas as sombras do coração e das costelas, com umas poucas nódoas entre elas. Os peritos parecem estar romanceando sobre invenções de suas imaginações; ele não consegue ver nada do que estão falando. Então, conforme continua ouvindo durante algumas semanas,

olhando cuidadosamente os quadros sempre novos de casos diferentes, uma certa compreensão vai ocorrendo; ele vai gradualmente esquecendo as costelas e começando a ver os pulmões. E, eventualmente, se perseverar com inteligência, um rico panorama de detalhes significativos lhe será revelado: de variações fisiológicas e mudanças patológicas, de cicatrizes, de infecções crônicas e sinais de moléstia aguda. Ele entrou num mundo novo. Ainda vê apenas uma fração do que os peritos podem ver, mas os quadros estão agora definitivamente fazendo sentido, assim como a maioria dos comentários feitos sobre eles⁽¹²⁾

Uma resposta comum à afirmação que estou fazendo sobre a observação, apoiada pelos tipos de exemplos que utilizei, é que observadores vendo a mesma cena do mesmo lugar vêem a mesma coisa mas interpretam o que vêem diferentemente. Gostaria de questionar esta idéia. Na medida em que se trata da percepção, a única coisa com a qual um observador tem contato

52

direto e imediato são suas experiências. Essas experiências não são dadas como únicas e imutáveis mas variam com as expectativas e conhecimento do observador. O que é dado unicamente pela situação física é a imagem sobre a retina de um observador, mas um observador não tem contato perceptivo direto com essa imagem. Quando o indutivista ingênuo e muitos outros empiristas supõem que algo único nos é dado pela experiência e que pode ser interpretado de várias maneiras, eles estão supondo, sem argumento e a despeito de muitas provas em contrário, alguma correspondência entre as imagens sobre nossas retinas e as experiências subjetivas que temos quando vemos. Eles estão levando longe demais a analogia da câmera.

Dito isto, tentarei deixar claro o que eu *não* estou afirmando nesta seção, para não pensarem que argumento mais do que pretendo. Em primeiro lugar, certamente não estou afirmando que as causas físicas das imagens sobre nossas retinas nada têm a ver com o que vemos. Não podemos ver apenas o que nos agrada. Entretanto, embora as imagens sobre nossas retinas façam parte da causa do que vemos, uma outra parte muito importante da causa é constituída pelo estado interior de nossas mentes ou cérebros, que vai claramente depender de nossa formação cultural, conhecimento, expectativas etc. e não será determinado apenas pelas propriedades físicas de nossos olhos

¹² M. Polanyi, *Personal Knowledge* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1973), p. 101.

e da cena observada. Em segundo lugar, sob uma ampla variedade de circunstâncias, o que vemos em várias situações permanece razoavelmente estável. A dependência do que vemos em relação ao estado de nossas aventes ou cérebros não chega a ser sensível a ponto de tornar a comunicação e a ciência impossíveis. Em terceiro lugar, em todos os exemplos aqui citados, há um sentido no qual todos os observadores vêem a mesma coisa. Eu aceito, e pressuponho ao longo deste livro, que um único mundo físico existe independente de observadores. Portanto, quando diversos observadores olham para um quadro, uma máquina, um *slide* de microscópio ou o que quer que seja, há .”um sentido no qual todos eles estão “diante de”, “olhando para” e, assim, “vendo” a mesma coisa. Mas não podemos concluir que eles tenham experiências perceptivas idênticas. Há um sentido muito importante no qual eles não vêem a mesma coisa e é sobre este último sentido que minha crítica da posição indutivista tem se baseado.

3. As proposições de observação pressupõem teoria

Mesmo se houvesse alguma experiência única dada a todos os observadores em percepção, restariam ainda algumas objeções importantes à suposição indutivista relativa às observações. Nesta seção, focamos a atenção sobre as *proposições* de observação baseadas e alegadamente justificadas pelas experiências perceptivas dos observadores que fazem as afirmações. De acordo com a explicação indutivista da ciência, a base segura sobre a qual as leis e teorias que constituem a ciência se edificam é constituída de proposições de observação públicas e não de experiências subjetivas, privadas, de observadores individuais. Claramente, as observações feitas por Darwin durante sua viagem no *Beagle*, por exemplo, teriam sido inconseqüentes para a ciência se tivessem permanecido experiências privadas de Danvin. Elas se tornaram relevantes para a ciência apenas quando foram formuladas e comunicadas como proposições de observação possíveis de serem utilizadas e criticadas por outros cientistas. A explicação indutivista requer a derivação de *afirmações* universais a partir de *afirmações* singulares, por indução. O raciocínio indutivo, bem como o dedutivo, envolve o relacionamento entre vários conjuntos de afirmações, e não relacionamentos entre afirmações por um lado e experiências perceptivas por outro.

Podemos supor que experiências perceptivas de algum tipo são diretamente acessíveis a um observador, mas proposições de observação certamente não o são. Estas são entidades públicas, formuladas numa linguagem pública,

envolvendo teorias de vários graus de generalidade e sofisticação. Uma vez que a atenção é focada sobre as proposições de observação como formando a base segura alegada para a ciência, pode-se ver que, contrariamente à reivindicação do indutivista, algum tipo de teoria deve preceder todas as proposições de observação e elas são tão sujeitas a falhas quanto as teorias que pressupõem.

Proposições de observação devem ser feitas na linguagem de alguma teoria, embora vaga. Considere-se a sentença simples em linguagem de senso comum: “Cuidado, o vento está soprando o carrinho do bebê em direção ao precipício!” Muita teoria de baixo nível é pressuposta aqui. Está implicado que existe algo como o vento, que tem a propriedade de ser capaz

54

de causar o movimento de objetos tais como carrinhos de bebê num determinado percurso. A sensação de urgência transmitida pelo “Cuidado” indica a expectativa de que o carrinho com o bebê vai despencar precipício abaixo e talvez seja lançado contra as rochas lá embaixo e é assumido, além disso, que será deletério para o bebê. Da mesma forma, quando alguém acorda cedo precisando urgentemente de café e reclama: “Não há gás”, supõe-se que há substâncias no mundo que podem ser agrupadas sob o conceito “gás”, e que algumas delas, ao menos, inflamam-se. É preciso considerar também que o conceito “gás” nem sempre foi disponível. Ele não existia até meados do século XVIII, quando Joseph Black pela primeira vez preparou dióxido de carbono. Antes disso, todos os “gases” eram considerados amostras mais ou menos puras de ar.¹³ Quando avançamos em direção a afirmações do tipo das que ocorrem na ciência, os pressupostos teóricos tornam-se menos lugares-comuns e mais óbvios. Não é preciso muita argumentação para demonstrar que há teoria considerável pressuposta na asserção: “O facho eletrônico foi repelido pelo pólo norte de magneto”, ou pelo diagnóstico de um psiquiatra dos sintomas de abstinência de um paciente.

Proposições de observação, então, são sempre feitas na linguagem de alguma teoria e serão tão precisas quanto a estrutura teórica ou conceitual que utilizam. O conceito “força”, como é usado na física, é preciso porque adquire seu significado do papel estrito que desempenha, numa teoria relativamente autônoma, a mecânica newtoniana. O uso da mesma palavra na linguagem cotidiana (a força das circunstâncias, a força da tempestade, a força de um argumento etc.) é impreciso exatamente porque as teorias correspondentes são

¹³ Ver T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: University of Chicago Press, 1970), p. 70.

variadas e imprecisas. Teorias precisas, claramente formuladas, são um pré-requisito para proposições de observação precisas. Neste sentido, as teorias precedem a observação.

As afirmações acima sobre a prioridade da teoria sobre a observação contrariam a tese indutivista de que os significados de muitos conceitos básicos são adquiridos através de observação. Consideremos, por exemplo, o conceito simples “vermelho”. Um relato indutivista poderia ser, *grosso modo*, o seguinte.

55

De todas as experiências perceptivas de um observador vindas do sentido da visão, um certo conjunto delas (aquelas correspondentes às experiências perceptivas vindas da visão de objetos vermelhos) terá algo em comum. O observador, pelo exame do conjunto, é de alguma forma capaz de discernir o elemento comum nessas percepções, e de compreender esse elemento comum como vermelhidão. Desta forma, o conceito “vermelho” é alcançado através da observação. Esta explicação contém uma falha séria. Ela supõe que, de toda a infinidade de experiências perceptivas vivenciadas por um observador, o conjunto delas vindo da visão de coisas vermelhas é de alguma forma disponível ao exame. Mas esse conjunto não seleciona a si mesmo. Qual é o critério segundo o qual algumas experiências perceptivas estão incluídas no conjunto e outras estão excluídas? O critério, é claro, é o de que apenas percepções de objetos *vermelhos* estão incluídas no conjunto. O relato pressupõe o próprio conceito, vermelhidão, cuja aquisição ele pretende explicar. Não é uma defesa adequada da posição indutivista salientar que pais e professores selecionam um conjunto de objetos vermelhos ao ensinarem as crianças a compreenderem o conceito “vermelho”, pois o que nos interessa é como o conceito adquiriu primeiramente seu significado. A afirmação de que o conceito “vermelho” ou qualquer outro conceito seja derivado única e exclusivamente da experiência é falsa.

Até aqui nesta seção o relato indutivista ingênuo da ciência foi solapado amplamente pelo argumento de que as teorias devem preceder as proposições de observação, então é falso afirmar que a ciência começa pela observação. Vamos passar agora para uma segunda maneira na qual o indutivismo é solapado. As proposições de observação são tão sujeitas a falhas quanto as teorias que elas pressupõem e, portanto, não constituem uma base completamente segura para a construção de leis e teorias científicas.

Isto será ilustrado, em primeiro lugar, com alguns exemplos simples, porém planejados, passando-se, em seguida, a indicar a relevância deste ponto para a ciência citando alguns d e seus exemplos e de sua história.

Considere-se a afirmação: “Eis um pedaço de giz”, enunciada por um professor ao indicar um pequeno cilindro branco em frente do quadro-n”. Mesmo esta básica proposição de

56

observação envolve teoria e está sujeita a falhas. Alguma generalização de nível baixo, tal como “Cilindros brancos encontrados em salas de aula próximos a quadros-negros são pedaços de giz”, está suposta. E, é claro, esta generalização não é necessariamente verdadeira. O professor em nosso exemplo pode estar errado. O cilindro branco em questão pode não ser um pedaço de giz mas uma falsificação cuidadosamente elaborada colocada lá por um aluno em busca de divertimento. O professor, ou alguém mais, poderia tomar medidas para testar a verdade da afirmação “Eis um pedaço de giz”, mas é significativo que quanto mais rigoroso for o teste mais se apelará à teoria, e, além disso, a certeza absoluta nunca é alcançada. Por exemplo, ao ser questionado, o professor pode passar o cilindro branco ao longo do quadro-negro, apontar o traço branco resultante e declarar: “Aí está, ele é um pedaço de giz”. Isto envolve a suposição “O giz deixa traços brancos quando é passado no quadro-negro”. A demonstração do professor pode ser contestada pela réplica de que outras coisas, além do giz, deixam traços brancos no quadro-negro. Talvez, depois de outros movimentos do professor, tais como esfregar o giz, sendo contestado de maneira similar, o professor possa recorrer à análise química. O giz é em grande parte carbonato de cálcio, ele argumenta, e, portanto, deve produzir dióxido de carbono se for imerso num ácido. Ele realiza o teste e demonstra que o gás derivado é dióxido de carbono mostrando que ele torna a água de cal leitosa. Cada estágio nesta série de tentativas de consolidar a validade da proposição de observação “Eis aqui um pedaço de giz” envolve um apelo não só a proposições de observação ulteriores mas também a generalizações mais teóricas. O teste que forneceu o ponto de sustentação em nossa série envolveu uma certa quantidade de teoria química (o efeito dos ácidos nos carbonatos, o efeito peculiar do dióxido de carbono sobre a água de cal). No sentido de estabelecer a validade de uma proposição de observação, então, é necessário apelar à teoria, e quanto mais firmemente a validade for estabelecida, mais extensivo será o conhecimento teórico empregado. Tal proposição está em contraste direto com o que poderíamos esperar que se seguisse de acordo com a visão indutivista, a saber, que no sentido de estabelecer a verdade de alguma pro-

posição de observação problemática apelássemos a proposições de observação mais seguras, e talvez a leis delas obtidas indutivamente, mas não à teoria.

Na linguagem cotidiana, é freqüente o caso de uma “proposição de observação” aparentemente não-problemática revelar-se falsa quando uma expectativa é desapontada, devido à falsidade de alguma teoria pressuposta na asserção da proposição de observação. Por exemplo, alguns participantes de um piquenique no topo de uma alta montanha, dirigindo seus olhares à fogueira, podem observar: “A água está suficientemente quente para fazer o chá”, e descobrir então que infelizmente estavam errados ao experimentarem a bebida resultante. A teoria, erroneamente suposta, foi a de que água fervente é quente o suficiente para se fazer chá. Este não é necessariamente o caso para água fervente sob as pressões baixas experimentadas em grandes altitudes.

Eis aqui alguns exemplos menos planejados e mais úteis para nossa tentativa de compreender a natureza da ciência.

Na época de Copérnico (antes da invenção do telescópio), foram feitas cuidadosas observações sobre o tamanho de Vênus. A afirmação “Vênus, conforme visto da Terra, não muda apreciavelmente de tamanho durante o passar do ano” era geralmente aceita por todos os astrônomos, tanto copernicanos como não-copernicanos, com base naquelas observações. Andreas Osiander, um contemporâneo de Copérnico, referiu-se à previsão de que Vênus deveria parecer mudar de tamanho durante o ano como “um resultado contradito pela experiência de todas as épocas”.⁽¹⁴⁾ A observação foi aceita a despeito de sua inconveniência, na medida em que a teoria copernicana bem como algumas de suas rivais previam que Vênus deveria parecer mudar apreciavelmente de tamanho no decorrer do ano. Contudo, a afirmação é agora considerada falsa. Ela pressupõe a falsa teoria de que o tamanho de pequenas fontes de luz é calculado acuradamente a olho nu. A teoria moderna pode oferecer alguma explicação de por que estimativas a olho nu do tamanho de pequenas fontes de luz serão enganosas e por que observações telescópicas, que mostram o tamanho aparente de Vênus variando consideravelmente no decorrer do ano, devem

ser preferidas. Este exemplo ilustra claramente como as proposições de observação dependem da teoria e portanto são sujeitas a falhas.

¹⁴ E Rosen, *Three Copernican Treatises* (Nova York: Dover, 1959), p. 25

Um segundo exemplo diz respeito à eletrostática. Os primeiros experimentadores nesse campo registraram observações de bastões eletrificados tornando-se viscosos, evidencia das por pequenos pedaços de papel grudando-se neles, e pelo ricocheteio de um corpo eletrificado a partir do outro. De um ponto de vista moderno, esses registros de observações estavam equivocados. As concepções falsas que facilitaram essas observações seriam atualmente substituídas pelas noções de forças de atração e repulsão atuando à distância, levando a registros de observação completamente diferentes.

Finalmente, numa veia mais ligeira, cientistas modernos não teriam dificuldade em expor a falsidade de um apontamento no honesto livro de anotações de Kepler, seguindo observações através de um telescópio galileano, onde consta: “Marte é quadrado e intensamente colorido”.⁽¹⁵⁾

Nesta seção, tenho argumentado que o indutivista está errado em duas considerações: A ciência não começa com proposições de observação porque algum tipo de teoria as precede; as proposições de observação não constituem uma base firme na qual o conhecimento científico possa ser fundamentado porque são sujeitas a falhas. Contudo, não quero afirmar que as proposições de observação não deveriam ter papel algum na ciência. Não estou recomendando que todas elas devam ser descartadas por serem falíveis. Estou simplesmente argumentando que o papel que os indutivistas atribuem às proposições de observação na ciência é incorreto.

4. Observação e experimento orientam-se pela teoria

De acordo com o mais ingênuo dos indutivistas, a base do conhecimento científico é fornecida pelas observações feitas por um observador despreconceituoso e imparcial.⁽¹⁶⁾ Se for interpretada literalmente, esta posição é absurda e insustentável. Para ilustrar, imaginemos Heinrich Hertz, em 1888, realizando

59

o experimento elétrico que lhe possibilitou produzir e detectar ondas de rádio pela primeira vez. Se ele deve estar totalmente livre de preconceitos ao fazer

¹⁵ P. K. Feyerabend, *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge* (Londres: New Left Books, 1975), p. 126.

¹⁶ Ver, por exemplo, a citação na p. 33.

suas observações, então será obrigado a registrar não apenas as leituras nos vários medidores, a presença ou ausência de faíscas nos vários locais críticos nos circuitos elétricos, as dimensões do circuito etc., mas também a cor dos medidores, as dimensões do laboratório, a meteorologia, o tamanho de seus sapatos e todo um elenco de detalhes “claramente irrelevantes”, isto é, irrelevantes para o tipo de teoria na qual Hertz estava interessado e que estava testando. (Neste caso particular Hertz testava a teoria eletromagnética de Maxwell para ver se ele podia produzir as ondas de rádio previstas por aquela teoria.) Como um segundo exemplo hipotético, suponhamos que eu estivesse próximo a fazer alguma contribuição à fisiologia ou à anatomia humana, e suponhamos que eu tenha observado que muito pouca coisa tem sido feita em relação ao estudo do peso dos lóbulos das orelhas humanas. Se, com base nisso, eu passasse a fazer observações muito cuidadosas sobre o peso de uma ampla variedade de lóbulos de orelhas humanas, registrando e categorizando as diversas observações, penso que esteja claro que eu não estaria fazendo nenhuma contribuição importante à ciência. Eu estaria desperdiçando meu tempo, a menos que alguma teoria tivesse sido proposta tornando importante o peso dos lóbulos da orelha, como uma teoria, por exemplo, que relacionasse de alguma maneira o tamanho dos lóbulos à incidência de câncer.

Os exemplos acima ilustram um importante sentido no qual as teorias precedem a observação na ciência. Observações e experimentos são realizados no sentido de testar ou lançar luz sobre alguma teoria, e apenas aquelas observações consideradas relevantes devem ser registradas. Entretanto, na medida em que as teorias que constituem nosso conhecimento científico são falíveis e incompletas, a orientação que elas oferecem, como, por exemplo, as observações relevantes para algum fenômeno sob investigação, podem ser enganosas, e podem resultar no descuido com alguns importantes fatores. O experimento de Hertz acima mencionado fornece um bom exemplo. Um dos fatores que mencionei como “claramente irrelevante” era na verdade muito relevante. Era uma consequência da teoria em teste que as ondas de rádio deveriam ter uma velocidade igual à velocidade da luz. Quando Hertz mensurou a veloci-

60

dade de suas ondas de rádio, descobriu repetidas vezes que suas velocidades eram significativamente diferentes da velocidade da luz. Ele nunca foi capaz de resolver o problema. Apenas depois de sua morte que a origem do problema foi realmente compreendida. As ondas de rádio emitidas por seu aparelho estavam sendo refletidas das paredes do laboratório de volta ao aparelho, interferindo em suas mensurações. As dimensões do laboratório

51

revelaram-se muito relevantes. As teorias falíveis e incompletas que constituem o conhecimento científico podem, portanto, dar orientação falsa a um observador. Mas este problema deve ser enfrentado pelo aperfeiçoamento e maior alcance de nossas teorias e não pelo registro interminável de uma lista de observações sem objetivo.

5. Indutivismo não conclusivamente refutado

A dependência que a observação tem da teoria, discutida neste capítulo, com certeza derruba a afirmação indutivista de que a ciência começa com a observação. Contudo, somente o mais ingênuo dos indutivistas desejaria aderir a esta posição. Nenhum dos indutivistas modernos, mais sofisticados, gostaria de apoiar sua versão literal. Eles podem prescindir da afirmação de que a ciência deve começar com observação livre de preconceitos e parcialidades fazendo uma distinção entre a maneira pela qual uma teoria é primeiro pensada ou descoberta por um lado, e a maneira pela qual ela é justificada ou quais seus méritos avaliados, por outro. De acordo com esta posição modificada, admite-se livremente que novas teorias são concebidas de diversas maneiras e, freqüentemente, por diferentes caminhos. Elas podem ocorrer ao descobridor num estalo de inspiração, como na história mítica da descoberta da lei da gravidade por Newton como sendo precipitada por ele ter visto uma maçã caindo de uma árvore. Alternativamente, uma nova descoberta pode ocorrer como resultado de um acidente, como Roentgen foi levado à descoberta dos raios X pelo constante enegrecimento das chapas fotográficas guardadas na vizinhança de seu tubo de descarga. Ou, novamente, pode-se chegar a uma nova descoberta após longa série de observações e cálculos, como foi exemplificado pelas descobertas de Kepler de suas leis do movimento planetário. As teorias podem ser, e geralmente são, concebidas antes de serem feitas as obser-

61

vações necessárias para testá-las. Além disso, de acordo com este indutivismo mais sofisticado, atos criativos – os mais originais e significativos, que exigem gênio e envolvem a psicologia dos cientistas individuais – desafiam a análise lógica. A descoberta e a questão da origem de novas teorias fica excluída da filosofia da ciência.

Entretanto, uma vez que se tenha chegado a novas leis e teorias, não importando qual caminho foi erguido, permanece a questão da adequação

52

dessas leis e teorias. Elas correspondem ou não ao conhecimento científico legítimo? Esta questão é a preocupação dos indutivistas sofisticados. Sua resposta é, *grosso modo*, a que delineei no Capítulo I. Um grande número de fatos relevantes a uma teoria deve ser averiguado por observação sob uma ampla variedade de circunstâncias, e a extensão na qual a teoria pode se revelar verdadeira ou provavelmente verdadeira à luz desses fatos, por algum tipo de inferência dedutiva, deve ser estabelecida.

A separação do modo de descoberta e do modo de justificação permite aos indutivistas escaparem da parte da crítica dirigida a eles neste capítulo voltada à afirmação de que a ciência começa com a observação. Contudo, a legitimidade da separação dos dois modos pode ser questionada. Por exemplo, certamente pareceria razoável sugerir que uma teoria que antecipa e leva à descoberta de novos fenômenos – da maneira que a teoria de Clerk Maxwell levou à descoberta das ondas de rádio – é mais digna de mérito e mais justificável que uma lei ou teoria projetada para explicar fenômenos já conhecidos e que não leva à descoberta de novos. Ficará, espero, cada vez mais claro conforme este livro avançar, que é essencial compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. A avaliação da teoria está intimamente ligada às circunstâncias nas quais surge.

Mesmo se permitimos aos indutivistas separarem o modo de descoberta e o modo de justificação, sua posição ainda está ameaçada pelo fato de que as proposições de observação são carregadas de teoria e, portanto, falíveis. O indutivista deseja fazer distinção bem acentuada entre a observação direta – que ele crê poder formar um fundamento seguro para o conheci-

62

mento científico – e as teorias – que devem ser justificadas à medida que recebem apoio indutivo a partir do fundamento seguro da observação. Esses indutivistas extremados, os positivistas lógicos, chegaram ao ponto de dizer que as teorias só têm significado na medida em que podem ser verificadas por observação direta. Esta posição é descartada pelo fato de que não se pode manter uma distinção acentuada entre a observação e a teoria porque a observação ou, antes, as afirmações resultantes da observação são permeadas pela teoria.

Embora tenha criticado severamente as filosofias indutivistas da ciência neste capítulo e no anterior, os argumentos que apresentei não constituem uma refutação absolutamente decisiva daquele programa. O problema da indução

53

não pode ser visto em termos de uma refutação decisiva porque, como mencionei anteriormente, a maioria das outras filosofias da ciência sofrem de uma dificuldade similar. Eu apenas indiquei uma maneira pela qual a crítica centrada no fato de a observação depender da teoria pode até certo ponto ser contornada pelos indutivistas, e estou convencido de que eles serão capazes de pensar em outras defesas engenhosas. A principal razão pela qual penso que o indutivismo deve ser abandonado é que, comparado com abordagens rivais e mais modernas, ele tem falhado cada vez mais em lançar uma luz nova e interessante sobre a natureza da ciência, fato este que levou Imre Lakatos a descrevê-lo como degenerativo. As explicações da ciência crescentemente mais adequadas, mais interessantes e mais frutíferas desenvolvidas nos últimos capítulos vão constituir a mais forte justificativa contra o indutivismo.

OUTRAS LEITURAS

A dependência que as experiências conceituais têm da teoria é discutida e ilustrada com exemplos em N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958). Os escritos de Popper, Feyerabend e Kuhn têm abundância de argumentos e exemplos apoiando a tese de que observações e proposições de observação dependem da teoria. Algumas passagens lidando especificamente com o tópico são K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (Londres: Hutchinson, 1968), Cap. 5 e Apêndice 10; Popper, *Objective Knowledge* (Oxford: Oxford University Press, 1972), pp. 341-61; Feyerabend, *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*

63

(Londres: New Left Books, 1975), Caps. 6 e 7; e T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press, 1970), Cap. 10. O Cap. 1 de Carl R. Kordig, *The Justification of Scientific Change* (Dordrecht: Reidel Publishing Co., 1971), contém uma discussão do tópico que critica Hanson e Feyerabend. Uma explicação circunspecta e algo seca é a de Israel Scheffler, *Science and Subjectivity* (Nova York: Bobbs-Merrill, 1967). Discussões interessantes da percepção, relevantes para a questão filosófica, são R. L. Gregory, *Eye and Brain* (Londres: Weidenfeld and Nicholson, 1972) e Ernst Gombrich, *Art and Illusion* (Nova York: Pantheon, 1960). Também gostaria de recomendar entusiasticamente um livro muito excitante sobre percepção animal, Vitus B. Droscher, *The Magic of the Senses* (Nova York: Harper and Row, 1971). Este livro transmite vigorosamente uma

54

sensação das limitações e restrições da percepção humana e a arbitrariedade das tentativas de atribuir significação fundamental às informações que os humanos recebem através de seus sentidos.

IV

APRESENTANDO O FALSIFICACIONISMO

O falsificacionista admite livremente que a observação é orientada pela teoria e a pressupõe. Ele também abandona com alegria qualquer afirmação que fazem supor que as teorias podem ser estabelecidas como verdadeiras ou provavelmente verdadeiras à luz da evidência observativa. As teorias são interpretadas como conjecturas especulativas ou suposições criadas livremente pelo intelecto humano no sentido de superar problemas encontrados por teorias anteriores e dar uma explicação adequada do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Uma vez propostas, as teorias especulativas devem ser rigorosa e inexoravelmente testadas por observação e experimento. Teorias que não resistem a testes de observação e experimentais devem ser eliminadas e substituídas por conjecturas especulativas ulteriores. A ciência progride por tentativa e erro, por conjecturas e refutações. Apenas as teorias mais adaptadas sobrevivem. Embora nunca se possa dizer legitimamente de uma teoria que ela é verdadeira, pode-se confiantemente dizer que ela é a melhor disponível, que é melhor do que qualquer coisa que veio antes.

1. Uma particularidade lógica para apoiar o falsificacionista

De acordo com o falsificacionismo, algumas teorias podem se revelar falsas por um apelo aos resultados da observação e do experimento. Há uma particularidade simples, lógica que parece apoiar o falsificacionismo aqui. Eu já indiquei no Capítulo II que, mesmo se considerarmos que proposições de

65

observação verdadeiras nos são disponíveis de alguma maneira, nunca é possível chegar a leis e teorias universais por deduções lógicas apenas com base nisto. Por outro lado, é possível realizar deduções lógicas partindo de proposições de observação singulares como premissas, para chegar à falsidade de leis e teorias universais por dedução lógica. Por exemplo, se nos é dada a

56

afirmação “Um corvo, que não era preto, foi observado no local x no momento m ”, deduzir logicamente disto que “Todos os corvos são pretos” é falso. Isto é, o argumento

Premissa Um corvo, que não era preto, foi observado
no local x no momento n .

Conclusão Nem todos os corvos são pretos.

é uma dedução logicamente válida. Se a premissa é afirmada e a conclusão negada, há uma contradição. Um ou dois exemplos a mais podem ajudar a ilustrar este ponto lógico razoavelmente trivial. Se puder ser estabelecido por observação em algum teste experimental que um peso de 10 kg e outro de 1 kg em queda livre se movem para baixo mais ou menos à mesma velocidade, então, pode-se concluir que a afirmação de que os corpos caem a velocidades proporcionais aos seus pesos é falsa. Se puder ser demonstrado sem margem de dúvida que um raio de luz passando próximo ao sol é desviado num percurso encurvado, então não é certo que a luz necessariamente viaja em linhas retas.

A falsidade de afirmações universais pode ser deduzida de afirmações singulares disponíveis. O falsificacionista explora ao máximo esta particularidade lógica.

2. A falsificabilidade como um critério para teorias

O falsificacionista vê a ciência como um conjunto de hipóteses que são experimentalmente propostas com a finalidade de descrever ou explicar acuradamente o comportamento de algum aspecto do mundo ou do universo. Todavia, nem toda hipótese fará isto. Há uma condição fundamental que toda hipótese ou sistema de hipóteses deve satisfazer para ter garantido o *status*

66

de lei ou teoria científica. Para fazer parte da ciência, uma hipótese deve ser *falsificável*.

Eis alguns exemplos de algumas afirmações simples que são falsificáveis no sentido pretendido:

1. Nunca chove às quartas-feiras.
2. Todas as substâncias se expandem quando aquecidas.

3. Objetos pesados, como um tijolo, quando liberados perto da superfície da Terra, caem diretamente para baixo se não forem impedidos.
4. Quando um raio de luz é refletido de um espelho plano, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

A afirmação (1) é falsificável porque ela pode ser falsificada com a observação de chuva caindo numa quarta-feira. A afirmação (2) é falsificável. Ela pode ser falsificada por uma propo

sição de observação para o efeito de que alguma substância x não se expande quando aquecida no tempo t . A água perto de seu ponto de congelamento serviria para falsificar (2). Tanto (1) como (2) são falsificáveis e falsas. As afirmações (3) e (4) podem ser verdadeiras, pelo que sei. Não obstante, elas são falsificáveis no sentido tencionado. É logicamente possível que o próximo tijolo solto “caia” para cima. Não há contradição lógica envolvida na afirmação “O tijolo cairá para cima quando liberado”, embora possa ser que uma tal afirmação jamais seja apoiada pela observação. A afirmação (4) é falsificável porque um raio de luz incidente sobre um espelho em ângulo obliquo poderia concebivelmente ser refletido numa direção perpendicular ao espelho. Isso nunca ocorreria se a lei da reflexão por acaso for verdadeira, mas nenhuma contradição lógica estaria envolvida se fosse o caso. Tanto (3) como (4) são falsificáveis, ainda que possam ser verdadeiras.

Uma hipótese é falsificável se existe uma proposição de observação ou um conjunto delas logicamente possíveis que são inconsistentes com ela, isto é, que, se estabelecidas como verdadeiras, falsificariam a hipótese.

Eis aqui alguns exemplos de afirmações que não satisfazem este requisito e que, conseqüentemente, não são falsificáveis:

5. Ou está chovendo ou não está chovendo.

67

6. Todos os pontos num círculo euclidiano são equidistantes do centro.

7. A sorte é possível na especulação esportiva.

Nenhuma proposição de observação logicamente possível poderia refutar (5). Ela é verdadeira qualquer que seja o tempo. A afirmação (6) é necessariamente verdadeira devido à definição do círculo euclidiano. Se os pontos num círculo não fossem equidistantes de algum ponto fixo, então a figura simplesmente não seria um círculo euclidiano. “Todos os solteiros não são casados” é infalsificável por uma razão similar. A afirmação (7) é uma citação de um horóscopo de jornal. Ela tipifica a estratégia tortuosa do

58

vidente. A afirmação é infalsificável. Significa dizer ao leitor que, se ele fizer uma aposta hoje, ele poderá ganhar, o que permanece verdadeiro quer ele aposte ou não, e se ele apostar, quer ele ganhe ou não.

O falsificacionista exige que as hipóteses científicas sejam falsificáveis, no sentido que discuti. Ele insiste nisto porque é somente excluindo um conjunto de proposições de observação logicamente possíveis que uma lei ou teoria é informativa. Se uma afirmação é infalsificável, então o mundo pode ter quaisquer propriedades, pode se comportar de qualquer maneira, sem confutar com a afirmação. As afirmações (5), (6) e (7), diferentemente das afirmações (1), (2), (3) e (4), nada nos dizem a respeito do mundo. Uma lei ou teoria científica idealmente nos daria alguma informação sobre como o mundo de fato se comporta, eliminando assim as maneiras pelas quais ele poderia (é lógico) possivelmente se comportar mas de fato não o faz. A lei “Todos os planetas se movem em elipses ao redor do Sol” é científica porque afirma que os planetas de fato se movem em elipses e elimina órbitas que sejam quadradas ou ovais. Apenas porque a lei faz afirmações decisivas sobre as órbitas planetárias, ela tem conteúdo informativo e é falsificável.

Uma rápida olhada em algumas leis que podem ser vistas como componentes típicos de teorias científicas indica que elas satisfazem o critério de falsificabilidade. “Pólos magnéticos diferentes se atraem mutuamente”, “Um ácido acrescentado a uma base produz um sal mais água” e leis similares podem facilmente ser construídas como falsificáveis. Contudo, o falsificacionista mantém que algumas teorias, embora possam su-

68

perfeitamente parecer ter as características de boas teorias científicas, são apenas teorias científicas simuladas porque não são falsificáveis e devem ser rejeitadas. Para Popper, pelo menos, algumas versões da teoria da história de Marx, a psicanálise de Freud e a psicologia adleriana sofrem desta falha. Isto pode ser ilustrado pela seguinte caricatura da psicologia adleriana.

Um princípio da teoria de Adler é o de que as ações humanas são motivadas por sentimentos de inferioridade de algum tipo. Em nossa caricatura isto é corroborado pelo seguinte incidente. Um homem está parado na margem de um rio traiçoeiro no instante em que uma criança cai no rio, próximo a ele. O homem pode ou não mergulhar no rio numa tentativa de salvar a criança. Se ele mergulhar, o adleriano responde indicando como isso corrobora sua teoria. O homem obviamente precisou superar seu sentimento de inferioridade demonstrando que era corajoso o suficiente para saltar no rio, a despeito do perigo. Se o homem não mergulhar, o adleriano pode também aí reivindicar

59

apoio para sua teoria. O homem estava superando seus sentimentos de inferioridade demonstrando que tinha a força para permanecer na margem, sem se perturbar, enquanto a criança se afogava.

Se esta caricatura é típica da maneira pela qual opera a teoria adleriana, então a teoria não é falsificável.⁽¹⁷⁾ Ela é consistente com qualquer tipo de comportamento humano e, exatamente por isto, nada nos diz sobre ele. É claro, antes da teoria de Adler ser rejeitada nestas bases, seria necessário investigar os detalhes da teoria em vez da caricatura. Mas há muitas teorias sociais, psicológicas e religiosas que despertam a suspeita de que, em sua preocupação de explicar tudo, elas não explicam nada. A existência de um Deus amoroso e a ocorrência de algum desastre podem ser tornadas compatíveis pela interpretação do desastre como tendo sido mandado para nos pôr à prova ou punir, o que for mais adequado à situação. Muitos exemplos de comportamento animal podem ser vistos como evidência corroborando a afirmação “Os animais são planejados de maneira a melhor preencherem a função para a

69

qual eles foram pretendidos”. Os teóricos que operam desta maneira são culpados da desonestidade dos videntes e estão sujeitos à crítica do falsificacionista. Se uma teoria deve ter conteúdo informativo, ela deve correr o risco de ser falsificada.

3. Grau de falsificabilidade, clareza e precisão

Uma boa lei ou teoria científica é falsificável porque faz afirmações decisivas sobre o mundo. Para o falsificacionista, quanto mais falsificável for uma teoria melhor ela será, num sentido bem elástico. Quanto mais uma teoria afirma, mais oportunidade potencial haverá para mostrar que o mundo de fato não se comporta da maneira como mostrado pela teoria. Uma teoria muito boa será aquela que faz afirmações bastante amplas a respeito do mundo, e que, em consequência, é altamente falsificável, e resiste à falsificação toda vez que é testada.

Isto pode ser ilustrado através de um exemplo trivial. Consideremos as duas leis:

¹⁷ Este exemplo seria perdido se houvesse meios de estabelecer o tipo de complexo de inferioridade possuído pelo homem em questão, independentemente de seu comportamento na margem do rio. A teoria não fornece escopo para isto e o exemplo é uma caricatura totalmente parcial.

- (a) Marte se move numa elipse em torno do Sol.
- (b) Todos os planetas se movem em elipses em torno de seus sóis.

Eu entendo que é claro que (b) tem *status* mais elevado que (a) enquanto conhecimento científico. A lei (b) nos fala o mesmo que (a) e mais. A lei (b), a lei preferível, é mais falsificável que (a). Se observações de Marte vêm a falsificar (a), elas falsificarão também (b). Qualquer falsificação de (a) será uma falsificação de (b), mas o inverso não ocorre. Proposições de observação referentes às órbitas de Vênus, Júpiter etc., que possam concebivelmente falsificar (b) são irrelevantes para (a). Se seguirmos Popper e nos referirmos a esses conjuntos de proposições de observação que serviriam para falsificar uma lei ou teoria como falsificadores potenciais dessa lei ou teoria, então podemos dizer que os *falsificadores potenciais* de (a) formam uma classe que é uma subclasse dos falsificadores potenciais de (b). A lei (b) é mais falsificável que a lei (a), o que equivale a dizer que ela afirma mais, que ela é a lei melhor.

Um exemplo menos artificial envolve a relação entre as teorias do sistema solar de Kepler e de Newton. Tomo como

70

a teoria de Kepler suas três leis do movimento planetário. Os falsificadores potenciais dessa teoria consistem em conjuntos de afirmações referentes a posições planetárias relativas ao Sol em períodos especificados. A teoria de Newton, uma teoria melhor que suplantou a de Kepler, é mais abrangente. Ela consiste nas leis do movimento de Newton mais sua lei da gravidade, esta última afirmando que todos os pares de corpos no universo se atraem mutuamente com uma força que varia inversamente ao quadrado de sua distância. Alguns dos falsificadores potenciais da teoria de Newton são conjuntos de afirmações de posições planetárias em períodos especificados. Mas há muitos outros, incluindo aqueles referentes ao comportamento de corpos em queda e pêndulos, a correlação entre as marés e as localizações do Sol e da Lua, e assim por diante. Existem muito mais oportunidades de falsificar a teoria de Newton que a de Kepler. E, no entanto, conforme a história falsificacionista, a teoria de Newton foi capaz de resistir às falsificações tentadas, estabelecendo assim sua superioridade sobre a de Kepler.

Teorias altamente falsificáveis devem ser preferidas às menos falsificáveis, portanto, desde que elas tenham sido de fato falsificadas. A qualificação é importante para o falsificacionista.

As teorias que foram falsificadas devem ser inexoravelmente rejeitadas. O empreendimento da ciência consiste na proposição de hipóteses altamente falsificáveis, seguida de tentativas deliberadas e tenazes de falsificá-las. Para citar Popper.

Eu posso, portanto, admitir alegremente que falsificacionistas como eu preferem uma tentativa de resolver um problema interessante por uma conjectura audaciosa, *mesmo (e especialmente) se ela logo se revela falsa*, a alguma ríscita da seqüência de truísmos irrelevantes. Preferimos isto porque acreditamos que esta é a maneira pela qual podemos aprender com nossos erros; e porque ao descobrirmos que nossa conjectura era falsa podemos ter aprendido muito sobre a verdade, e teremos chegado mais perto dela.⁽¹⁸⁾

Aprendemos de nossos erros. A ciência progride por tentativa e *erro*. Devido à situação lógica que torna impossível a

71

derivação de leis e teorias universais de proposições de observação, mas a dedução de sua falsidade possível, as *falsificações* tornam-se os pontos importantes de referência, as realizações notáveis, os pontos mais altos na ciência. Esta ênfase um tanto antiintuitiva dos falsificacionistas extremados no significado das falsificações será criticada nos últimos capítulos.

Porque a ciência visa teorias com um amplo conteúdo informativo, o falsificacionista dá boas-vindas à proposta de conjecturas audaciosas. Especulações precipitadas devem ser encorajadas, desde que sejam falsificáveis e desde que sejam rejeitadas quando falsificadas. Esta atitude de tudo-ou-nada conflitua com a cautela advogada pelo indutivista ingênuo. De acordo com este último, apenas aquelas teorias que podem se revelar verdadeiras ou provavelmente verdadeiras devem ser admitidas na ciência. Devemos prosseguir além dos resultados imediatos da experiência apenas até onde induções legítimas podem nos levar. O falsificacionista, em contraste, reconhece a limitação da indução e a subserviência da observação à teoria. Os segredos da natureza apenas podem ser revelados com a ajuda de teorias engenhosas e de grande penetração. Quanto maior for o número de teorias conjecturadas, que são confrontadas pelas realidades do mundo, e quanto mais especulativas forem essas conjecturas, maiores serão as chances de avanços importantes na ciência. Não há perigo na proliferação de teorias especulativas porque qualquer uma que for inadequada como descrição do mundo pode ser impiedosamente eliminada como resultado da observação ou de outros testes.

¹⁸ K. R. Popper, *Conjectures and Refutations* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969), p. 231, itálicos no original.

A exigência de que as teorias devem ser altamente falsificáveis tem a consequência atrativa de que as teorias devem ser claramente afirmativas e precisas. Se uma teoria é tão vaga mente afirmativa que não deixa claro exatamente o que ela está afirmando, então, ao ser testada pela observação ou pelo experimento, ela pode sempre ser interpretada como consistente com os resultados desses testes. Desta forma, ela pode ser defendida contra falsificações. Por exemplo, Goethe escreveu sobre a eletricidade que

ela é um nada, um zero, um mero ponto, o qual, ainda que permaneça em todas as existências aparentes, e ao mesmo tempo

72

seja o ponto de origem em que, ao mais ligeiro estímulo, uma aparência dupla se apresenta, uma aparência que apenas se manifesta para esvanecer. As condições sob as quais essa manifestação é estimulada são infinitamente variadas, de acordo com a natureza dos corpos específicos.⁽¹⁹⁾

Se tomarmos esta citação pelo seu significado visível, será muito difícil ver que conjunto possível de circunstâncias físicas poderia servir para falsificá-la. Exatamente por ela ser tão vaga e indefinida (ao menos quando tomada fora do contexto), ela é infalsificável. Políticos e videntes podem evitar de serem acusados por cometerem erros fazendo suas afirmações tão vagas que podem sempre ser interpretadas como compatíveis com o que quer que ocorra. A exigência de um alto grau de falsificabilidade elimina tais manobras. O falsificacionista exige que as teorias sejam afirmadas com clareza suficiente para correr o risco de falsificação.

Uma situação análoga existe no que diz respeito à precisão. Quanto mais precisamente uma teoria for formulada, mais falsificável ela se torna. Se aceitamos que quanto mais falsificável for uma teoria melhor ela será (desde que ela não seja falsificada), então temos que aceitar que, quanto mais precisas forem as afirmações de uma teoria, melhor ela será. “Os planetas movem-se em elipses em torno do Sol” é mais preciso que “Os planetas movem-se em curvas fechadas em torno do Sol”, e é, conseqüentemente, mais falsificável. Uma órbita oval falsificaria a primeira mas não a segunda, enquanto qualquer órbita que falsifique a segunda também falsificará a primeira. O falsificacionista está comprometido a preferir a primeira. Da mesma forma, o

¹⁹ J. W. Goethe, *Theory of Colours*, trad. C. L. Eastlake (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1970), p. 295. Ver também o comentário de Popper sobre a teoria de Hegel da eletricidade em *Conjectures and Refutations*, p. 332.

falsificacionista deve preferir a afirmação de que a velocidade da luz num vácuo é de $299,8 \times 10^6$ metros por segundo do que a afirmação menos precisa de que é de cerca de 300×10^6 metros por segundo, exatamente porque a primeira é mais falsificável que a segunda.

As exigências intimamente associadas de precisão e clareza de expressão seguem-se, naturalmente, da explicação falsificacionista da ciência.

73

4. Falsificacionismo e progresso

O progresso da ciência – como o falsificacionista o vê – pode ser resumido conforme se segue. A ciência começa com problemas, problemas estes associados à explicação do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções para o problema. As hipóteses conjecturadas são então criticadas e testadas. Algumas serão rapidamente eliminadas. Outras podem se revelar mais bem-sucedidas. Estas devem ser submetidas a críticas e testes ainda mais rigorosos. Quando uma hipótese que passou por uma ampla gama de testes rigorosos com sucesso é eventualmente falsificada, um novo problema, auspiciosamente bem distante do problema original resolvido, emergiu. Este novo problema pede a invenção de novas hipóteses, seguindo-se a crítica e testes renovados. E, assim, o processo continua indefinidamente. Nunca se pode dizer de uma teoria que ela é verdadeira, por mais que ela tenha superado testes rigorosos, mas pode-se auspiciosamente dizer que uma teoria corrente é superior a suas predecessoras no sentido de que ela é capaz de superar os testes que falsificaram aquelas predecessoras.

Antes de examinarmos alguns exemplos para ilustrar esta concepção falsificacionista do progresso da ciência, algo deve ser dito sobre a afirmação de que “A ciência começa com problemas”. Eis alguns problemas com os quais os cientistas têm se defrontado no passado. Como os morcegos são capazes de voar tão habilmente à noite, a despeito do fato de terem olhos tão pequenos e fracos? Por que a altura de um barômetro simples é mais baixa a grandes altitudes do que a pequenas? Por que as chapas fotográficas no laboratório de Roentgen estavam sempre se enegrecendo? Por que o periélio do planeta Mercúrio avança? Estes problemas surgiram a partir de *observações* mais ou menos diretas. Ao insistir no fato de que a ciência começa com problemas, então, será que o falsificacionista não está dizendo, exatamente como o indutivista ingênuo, que a ciência começa com a observação? A resposta a esta questão é um firme “Não”. As observações

64

citadas acima como constituindo problemas são apenas problemáticas *à luz de alguma teoria*. A primeira é problemática à luz da teoria de que organismos vivos “vêm” com seus olhos; a segunda era problemática

74

para os defensores das teorias de Galileu porque ia contra a teoria da “força do vácuo” aceita por eles como uma explicação de por que o mercúrio não cai de um tubo de barômetro; a terceira era problemática para Roentgen porque era tacitamente suposto naquela época que não existia nenhum tipo de radiação ou emanção que pudesse penetrar o recipiente das chapas fotográficas e escurecê-las; a quarta era problemática porque era incompatível com a teoria de Newton. A afirmação de que a ciência começa com problemas é perfeitamente compatível com a prioridade das teorias sobre a observação e as proposições de observação. A ciência não começa com a simples observação.

Depois desta digressão, voltaremos à concepção falsificacionista do progresso da ciência como a progressão a partir de problemas para hipóteses especulativas, à sua crítica e eventual falsificação e, assim, a novos problemas. Serão oferecidos dois exemplos, o primeiro simples, relativo ao vôo dos morcegos, o segundo mais ambicioso, relativo ao progresso da física.

Nós começamos com um problema. Os morcegos são capazes de voar com facilidade e velocidade, evitando os galhos das árvores, os fios telegráficos, outros morcegos etc. e podem caçar insetos. E, no entanto, os morcegos têm olhos fracos e fazem a maioria de seus vôos à noite. Isto coloca um problema porque aparentemente falsifica a teoria plausível de que os animais, como os humanos, vêm com seus olhos. Um falsificacionista tentará resolver o problema fazendo uma conjectura ou hipótese. Talvez ele sugira que, embora os olhos do morcego sejam aparentemente fracos, e, não obstante, de alguma maneira não compreendida, ele é capaz de enxergar eficazmente à noite com o uso de seus olhos. Esta hipótese pode ser testada. Um exemplar de morcego é solto num quarto escuro contendo obstáculos e sua habilidade de evitá-los é de alguma forma mensurada. O mesmo morcego é novamente solto no mesmo quarto escuro com os olhos vendados. Antes do experimento, o experimentador pode fazer a seguinte dedução. Uma premissa da dedução é sua hipótese, que diz explicitamente: “Morcegos são capazes de voar evitando obstáculos com o uso de seus olhos, e não podem fazê-lo sem o uso de seus olhos”. A segunda é uma descrição do cenário experimental, incluindo a afirmação: “Este exemplar de morcego está com os olhos vendados de forma a

75

não poder usá-los”. A partir destas duas premissas, o experimentador pode derivar, dedutivamente, que o espécime de morcego não será capaz de evitar eficazmente os obstáculos no teste de laboratório. O experimento é então realizado e descobre-se que o morcego evita as colisões tão eficazmente quanto antes. A hipótese foi falsificada. Há necessidade agora de um renovado uso da imaginação, uma nova conjectura, hipótese ou palpite. Talvez um cientista sugira que de alguma forma as orelhas do morcego estão envolvidas em sua habilidade de evitar obstáculos. A hipótese pode ser testada, numa tentativa de falsificá-la, tapando-se os ouvidos do morcego antes de soltá-lo novamente no teste de laboratório. Desta vez descobre-se que a habilidade do morcego em evitar obstáculos está consideravelmente prejudicada. A hipótese foi corroborada. O falsificacionista deve agora tornar sua hipótese mais precisa de modo que ela se torne mais prontamente falsificável. E sugerido que o morcego ouve os ecos de seus próprios guinchos ricocheteando dos objetos sólidos. Isto é testado amordaçando-se o morcego antes de soltá-lo. Novamente o morcego colide com os obstáculos e novamente a hipótese é corroborada. O falsificacionista parece agora estar conseguindo uma tentativa de solução para seu problema, embora não tenha *provado* por experimento como os morcegos evitam as colisões enquanto voam. Quaisquer fatores podem vir a mostrar que ele se enganou. Talvez o morcego detecte os ecos não com seus ouvidos mas com regiões sensíveis próximas aos ouvidos, cujo funcionamento foi prejudicado quando os ouvidos do morcego foram tampados. Ou talvez diferentes tipos de morcegos detectem obstáculos de maneiras muito diversas, de forma que o morcego usado no experimento não era realmente representativo.

O progresso da física desde Aristóteles, passando por Newton, até Einstein fornece um exemplo numa escala maior. A explicação falsificacionista desse progresso é mais ou menos a seguinte. A física aristotélica foi até certo ponto bastante bem-sucedida. Ela podia explicar uma ampla gama de fenômenos. Podia explicar por que objetos pesados caem no chão (procurando seu lugar natural no centro do universo), podia explicar a ação do sifão e da bomba de elevação (explicação baseada na impossibilidade de vácuo), e assim por diante. Mas, eventualmente, a física aristotélica foi falsificada de várias ma-

76

neiras. Pedras jogadas do alto de um mastro de um barco movendo-se uniformemente caíram no convés ao pé do mastro e não a certa distância deste como previra a teoria de Aristóteles. As luas de Júpiter podem ser vistas na órbita de Júpiter e não da Terra. Uma legião de outras falsificações foi acumulada durante o século XVII. A física de Newton, contudo, uma vez que

tinha sido criada e desenvolvida por meio das conjecturas de homens como Galileu e Newton, era uma teoria superior que ultrapassou a de Aristóteles. A teoria de Newton podia explicar a queda dos objetos, o funcionamento de sifões e bombas de elevação e qualquer outra coisa que a teoria de Aristóteles pudesse explicar, e, ainda, fenômenos que eram problemáticos para os aristotélicos. De acréscimo, a teoria de Newton podia explicar fenômenos que não haviam sido tocados pela teoria de Aristóteles, tais como correlações entre as marés e a posição da lua, criação da força da gravidade em relação à altura sobre o fundo do mar. Por dois séculos, a teoria de Newton foi bem-sucedida. Isto é, todas as tentativas de falsificá-la com referência aos novos fenômenos previstos com sua ajuda fracassaram. A teoria levou mesmo à descoberta de um novo planeta: Netuno. Mas a despeito de seu sucesso, tentativas de falsificá-la eventualmente tiveram sucesso. A teoria de Newton foi falsificada de diversas maneiras. Ela não era capaz de explicar os detalhes da órbita do planeta Mercúrio, e não conseguia explicar a massa variável de elétrons do movimento rápido em tubos de descarga. Os físicos enfrentavam então problemas desafiadores, na passagem do século XX, problemas que clamavam por novas hipóteses especulativas projetadas para superá-los de uma forma progressiva. Einstein foi capaz de aceitar esse desafio. Sua teoria da relatividade foi capaz de explicar fenômenos que falsificaram a teoria de Newton, enquanto ao mesmo tempo podia igualar a teoria de Newton nas áreas onde esta tinha sido bem-sucedida. Além disso, a teoria de Einstein produziu a previsão de novos fenômenos espetaculares. Sua teoria especial da relatividade previu que a massa deveria ser uma função da velocidade e que massa e energia podiam se transformar uma na outra, e sua teoria geral previu que os raios de luz deveriam ser curvados por campos gravitacionais fortes. As tentativas de refutar as

77

teorias de Einstein por referência a estes novos fenômenos falharam. A falsificação da teoria de Einstein permanece um desafio para os físicos modernos. Seu eventual sucesso assinalaria um novo passo na direção do progresso da física.

Esta é a explicação falsificacionista típica do progresso da física. Mais tarde veremos em dúvida sua precisão e validade.

Do que foi visto, está claro que o conceito de progresso, de crescimento da ciência, é um conceito central na explicação falsificacionista da ciência. Esta questão é vista com mais detalhes no capítulo seguinte.

OUTRAS LEITURAS

O texto falsificacionista clássico é *The Logic of Scientific Discovery*, de Popper (Londres: Hutchinson, 1968). As opiniões de Popper sobre filosofia da ciência estão elaboradas em duas coleções de seus escritos, *Objective Knowledge* (Oxford: Oxford University Press, 1972) e *Conjectures and Refutations* (Londres: Routledge and Kegan Paul, 1969). Um ensaio falsificacionista popular é P. Medawar, *Induction and Intuition in Scientific Thought* (Londres: Methuen, 1969). Outros detalhes de leitura sobre falsificacionismo estão incluídos nas leituras do Capítulo V.