

CHALMERS, A. F. Introdução; Indutivismo; O problema da indução. In: CHALMERS, A. F. O que é a Ciência, afinal? São Paulo: Brasiliense, 1995, p. 16-44.

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 a 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 consequências pelas quais alguns a consideram responsável, tais como bombas de hidrogênio e poluição. Anúncios frequentemente asseguram que um produto específico foi cientificamente comprovado como 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?”

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 ciência 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 laticínios, ciência de carne e animais, e mesmo ciência mortuária são hoje ou estiveram sendo recentemente ensinadas em colégios ou universidades americanas.¹ Autointitulados “cientistas” nesses campos podem frequentemente 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

1. Essa lista é de uma pesquisa de C. Trusedell citada por J. R. Ravetz, em *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.

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 a 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 consequências pelas quais alguns a consideram responsável, tais como bombas de hidrogênio e poluição. Anúncios frequentemente asseguram que um produto específico foi cientificamente comprovado como 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?”

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 ciência 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 laticínios, ciência de carne e animais, e mesmo ciência mortuária são hoje ou estiveram sendo recentemente ensinadas em colégios ou universidades americanas.¹ Autointitulados “cientistas” nesses campos podem frequentemente 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

1. Essa lista é de uma pesquisa de C. Trusedell citada por J. R. Ravetz, em *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.

pelo menos a algumas de suas deficiências. Os desenvolvimentos modernos na filosofia da ciência têm apontado com precisão e enfatizado profundas dificuldades associadas à ideia de que a ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido por meio de observação e experimento e com a ideia 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.

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 por meio 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 ideia 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 com o título “Filosofia

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

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.

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 era o melhoramento da vida do homem na terra e, para ele, essa meta seria alcançada por meio 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. Explicação 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 do século XX, 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 por meio da observação, mas também são consideradas tendo *significado* apenas até onde elas possam ser assim derivadas. Existem, me parece, dois aspectos intrigantes

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, ed. Roger H. Stuewer (Mineápolis: University of Minnesota Press, 1970), pp. 172-183.

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 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 capítu-

5. A. J. Ayer, *Language Truth and Logic* (Londres: Gollancz, 1936). Devo essa observação a Bryan Magee, em Karl Popper: the World's Greatest Philosopher?, *Current Affairs Bulletin* 50, 8 (1974): 14-23. Ver também 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).

los II e III. Os capítulos IV e V são dedicados a 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 ideia 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)*.¹ 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 ideia 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.²

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

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

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

científico devem ser derivadas. Eis 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.

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 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 não é legíti-

mo 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 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 dados

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 *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.

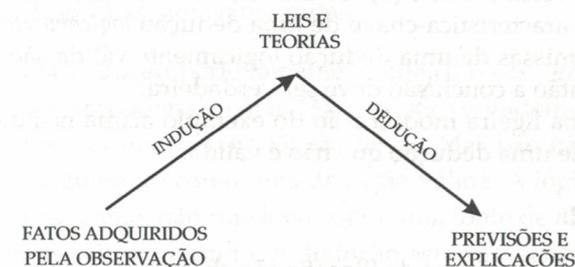


Figura 1

3. Raciocínio lógico e dedutivo

Uma vez que um cientista tem leis e teorias universais à sua disposição, é possível derivar delas várias consequências 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 espécie chama-se ra-

ciocínio *dedutivo*. A dedução é distinta da indução discutida na seção anterior.

Um estudo do raciocínio dedutivo constitui a disciplina da lógica³. 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.

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 (1) e (2) como

3. 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.

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.

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:

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.

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 detalhes do

cenário sob investigação, serão referidos como *condições 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 tal que a linha, unindo a gota de chuva ao

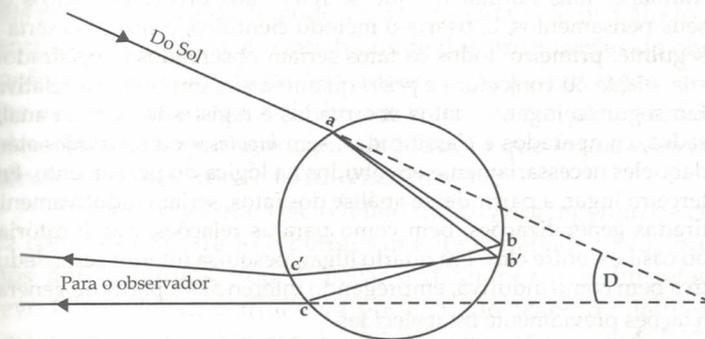


Figura 2

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 ingênuo 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*.⁴

4. Este trecho, devido a A. B. Wolfe, está como citado por Carl G. Hempel, *Philosophy of Natural Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1966), p. 11. Os itálicos estão na citação original.

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 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 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 por estarem apoiadas indutivamente em alguma base mais ou menos segura fornecida pela experiência. Os capítulos subsequentes 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).

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". Esse princípio, ou algo muito semelhante, é o princípio básico em que se fundamenta a ciência, se a posição indutivista ingênuo for aceita. Sob essa 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 respon-

der a essa questão. Ele pode 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 jaz na base de toda sua abordagem da ciência. Examinemos por sua vez essas duas linhas de abordagem.

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 esse 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 nisso, 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 tomamos todas como sendo verdadeiras. Mas não há garantia lógica de que o próximo corvo que observarei não seja cor-de-rosa. Se for esse caso, então a conclusão "Todos os corvos são pretos" será falsa. Isto é, a inferência indutiva inicial, que era legítima uma vez 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 descobriu 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 observações do fato de que era alimentado às 9 da manhã, e fez essas ob-

servações 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, em vez 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 esse 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 esse fato. Observou-se que a indução funciona num grande número de ocasiões. As 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. Essa 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_2 etc.
- O princípio de indução é sempre bem-sucedido.

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

trando 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. Essa 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. Essas originam-se da vagueza e dubiedade da exigência de que um “grande número” de observações deve ser feito sob uma “ampla variedade” de circunstâncias.

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 essa 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 Segunda 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, essa 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 desses exem-

plos, que, se o princípio da indução deve ser um guia para o que se estima como uma inferência científica legítima, então a cláusula “grande número” terá de 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 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 essas respostas? Essa questão é importante porque a lista de variações pode ser estendida indefinidamente pelo acréscimo de uma quantidade de variações subsequentes 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 conhecimento teórico da situação e dos tipos de mecanismos físicos em vigor. Mas, admitir isso, é admitir que a teoria joga um papel vital *antes* da observação. O indutivista ingênuo não pode se permitir fazer tal admissão. Contudo, prosseguir nisso 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 ingênuo, 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

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. À luz das evidências, é muito provável que o Sol sempre vai se pôr em Sidney, 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 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 subsequentes 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 de ela ser verdadeira também aumenta. Mas esta intuição não resiste a um exame. Dada a teoria-padrão de probabilidade, é muito difí-

cil construir uma justificação da indução 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, dessa 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.

Esse 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.

Outra tentativa de salvar o programa indutivista envolve a desistência da ideia 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 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, anti-intuitiva. 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 probabilidade 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 apoia 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 essa 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.

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. Isso 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 isso. Discutiremos essas tentativas mais detalhadamente nos capítulos, IV, V e VI.

Nesse 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). 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 consequências 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 Uni-

versity Press, 1972), Cap. 1. Uma crítica da posição de Popper do ponto de vista de um simpatizante do falsificacionismo é I. Lakatos, "Popper on Demarcation and Induction", em *The Philosophy of Karl R. Popper*, ed. P. A. Schilpp (La Salle, Illinois: Open Court, 1974), pp. 241-273. 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. I. Lakatos (Amsterdã: North Holland Publishing Co., 1968), pp. 315-417. Críticas do indutivismo de um ponto de vista diferente do adotado nesse livro estão no clássico 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 sugeririam 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.¹ 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 ingênuo 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, essas duas suposições serão criticadas de várias maneiras e rejeitadas por várias razões. Mas, antes de tudo, vou esbo-

1. Ver capítulo XII, seção 4.