

CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal?  
1 ed. Tradução Raul Fiker. São Paulo:  
Brasiliense, 1993. p. 36-45.

## 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 ingênuo 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

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 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 um grande número 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 tomamos 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 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 obser-

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. 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. 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  $x_2$  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 re-

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.

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

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 *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

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 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 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-

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 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 probabilidade

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.

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 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. 241-73. 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. I. 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).