

 **FUNDAÇÃO
GETÚLIO VARGAS**
Biblioteca Mario Henrique Simonsen

INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM EDUCAÇÃO

FERNANDO GEWANDSZNAJDER

O QUE É O MÉTODO CIENTÍFICO

Volume II

FEV
200
2
PRETO

Rio de Janeiro, 1987

T/IESAE
G396g
V.2

O QUE É O MÉTODO CIENTÍFICO

Volume II

Fernando Gewandsznajder

SUMÁRIO

Página

VOLUME II

CAP. V. TESTANDO E AVALIANDO AS TEORIAS CIENTÍFICAS	260
5.1. <u>Os requisitos iniciais para o teste</u>	262
5.1.1. Deduzindo previsões que possam ser testadas - o método hipotético dedutivo	262
5.1.2. Refutabilidade e refutação	265
5.1.3. A refutabilidade e o conteúdo empírico.....	268
5.1.4. Em direção a teorias mais amplas, <u>profundas</u> , simples e precisas	271
5.2. <u>O confronto com a experiência</u>	277
5.2.1. Aumentando o rigor do teste - a experiência controlada	277
5.2.2. A necessidade de grupos de controle.....	281
5.2.3. Os testes estatísticos	286
5.2.4. Indutivismo vs. não indutivismo nos testes estatísticos.....	295
5.2.5. Testes rigorosos e observações mais <u>precisas</u> - medida	304
5.3. <u>Avaliando as teorias científicas</u>	313
5.3.1. Uma teia de hipóteses e teorias	314
5.3.2. Procurando o culpado — os testes indepen- dentes.....	321
5.3.3. Tentando escapar à refutação — as explica- ções <u>ad hoc</u>	328

	<u>Página</u>
5.3.4. Uma sucessão de teorias não <u>ad hoc</u>	334
5.3.5. Por que um teste severo é importante.....	341
5.3.6. Avaliando o sucesso de uma teoria — o grau de corroboração	346
5.3.7. À procura da verdade	354
5.3.8. Críticas a Popper	362
5.4. <u>Novas tendências em filosofia da ciência</u>	368
5.4.1. Ciência normal, ciência extraordinária e pa- radigmas — as idéias de Thomas Kuhn.....	369
5.4.2. Lakatos e os programas de investigação cien- tífica.....	382
5.4.3. O anarquismo epistemológico de Feyerabend...	396
5.4.4. A Sociologia do Conhecimento	403
5.4.5. À guisa de conclusão: a importância da atitu- de racional	410
5.5. <u>Resumo</u>	413
5.6. <u>Leituras suplementares</u>	425
5.7. <u>Notas e referências bibliográficas</u>	436
CAP. VI. CIÊNCIA, PSEUDOCIÊNCIA E SENSO COMUM.....	455
6.1. <u>A distinção entre ciência e não ciência</u>	456
6.1.1. A refutabilidade como critério para distin- guir a ciência da não ciência	457
6.1.2. Como avaliar o grau de cientificidade de um campo de conhecimento	465
6.1.3. Ciência e senso comum	472
6.1.4. Homeopatia - ciência ou pseudociência?.....	478
6.2. <u>Análise de uma pseudociência - a astrologia</u> ...	489

	<u>Página</u>
6.2.1. Analogias não são justificativas	490
6.2.2. Incompatibilidade com a ciência e incoerências	497
6.2.3. A astrologia funciona na prática?	502
6.2.4. Os testes estatísticos	505
6.2.5. Uma experiência controlada para testar a <u>astrologia</u>	510
6.2.6. Conclusão.....	518
6.3. <u>Resumo</u>	522
6.4. <u>Leituras suplementares</u>	525
6.5. <u>Notas e referências bibliográficas</u>	529
<u>CONCLUSÃO</u>	535
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	540

LISTA DE FIGURAS

VOLUME II

	<u>Página</u>
Figura 11 - Duas hipóteses diferentes para explicar o fato do convês do barco desaparecer antes do mastro	320
Figura 12 - Explicação de Ptolomeu para o movimento do Sol e o movimento de retrogressão dos planetas	330
Figura 13 - Explicação de Ptolomeu para o movimento de Vênus, Marte, Júpiter e Saturno (ã esquerda) e para o movimento de Mercúrio (ã direita)	331
Figura 14 - Como o modelo atômico de Rutherford explica as grandes deflexões, não explica das pelo modelo de Thomson, sofridas pelas partículas alfa	345

CAPÍTULO V

TESTANDO E AVALIANDO AS TEORIAS CIENTÍFICAS

"E embora eu acredite que os caminhos para novos conhecimentos sejam sempre abertos pelas teorias e não pelos experimentos, pelas idéias e não pelas observações, também acredito que é o experimento o fator que nos leva a evitar as rotas sem saídas, infrutíferas, obrigando-nos a cogitar de rumos novos."

Karl Popper

"Uns poucos estalidos por mês, em meio a um vasto conjunto de tubos de ensaio, campos magnéticos, fluidos de cintiladores e circuitos eletrônicos, transformam-se numa nova 'partícula', que por sua vez provoca uma enxurrada de publicações teóricas e de engenhosas interpretações".

John Ziman

"O mais belo destino de uma teoria física é abrir o caminho a uma teoria mais ampla, na qual ela continua a viver como um caso particular".

Albert Einstein

"Não obstante, a ciência tem mais que um simples valor de sobrevivência biológica. Não é tão somente um instrumento útil. Embora não possa alcançar a verdade nem a probabilidade, o esforço por conhecer e a busca da verdade continuam a ser as razões mais fortes da investigação científica".

Karl Popper

O século XVII marcou uma espetacular revolução nas ciências naturais, principalmente na física: Johannes Kepler (1571-1630) refutou a crença de que as órbitas dos planetas eram circulares; Galileu Galilei (1564-1642) contestou a física aristotélica, desenvolveu os princípios da cinemática e o conceito de inércia, inventou o telescôpio e defendeu a teoria heliocêntrica; Isaac Newton (1642-1727), o maior matemático e físico de todo aquele século, unificou, com suas leis gerais, os fenômenos do céu e da terra, além de ter dado notáveis contribuições à física e à matemática.

Estes e outros cientistas elaboravam e testavam hipóteses através da observação e de experimentos, que, por sua vez, eram projetados e realizados com auxílio de teorias. Dessa constante interação entre teoria e experimento desenvolvia-se a ciência moderna.

Neste capítulo veremos como hipóteses e teorias são testadas experimentalmente e como os cientistas aumentam o rigor dos testes através de experimentos controlados. Veremos também que critérios podemos empregar para avaliar uma teoria científica e decidir se ela é melhor que suas concorrentes. Se dispusermos de critérios objetivos e racionais para esta avaliação, poderemos afirmar que há, realmente, um progresso do conhecimento científico.

5.1. Os requisitos iniciais para o teste

Formular hipóteses que possam ser testadas, confrontá-las com a experiência, corrigi-las e aperfeiçoá-las — em poucas palavras esta é a meta da ciência. Meta que só pode ser atingida se formularmos hipóteses que possam ser testadas. Abdicar da testabilidade significa abdicar de corrigir nossos erros, de descobrir novos fenômenos e novos problemas. Significa, enfim, interromper o progresso do conhecimento e a busca da verdade.

5.1.1. Deduzindo previsões que possam ser testadas - o método hipotético dedutivo

Se quisermos saber se hoje está chovendo ou fazendo sol, basta olharmos pela janela. Neste caso, estamos simplesmente testando nossa afirmativa através da observação direta. No entanto, devido ao seu caráter geral, as hipóteses, leis e teorias científicas só podem ser testadas indiretamente, isto é, deduzindo-se uma previsão a respeito da ocorrência de determinado fenômeno, ou seja, um enunciado singular. Assim, da hipótese geral "todos os metais se dilatam quando aquecidos" e de certas condições iniciais — do tipo "este material é um metal" —, deduzimos o enunciado singular "este material se dilatará quando aquecido".

Como vemos, a estrutura lógica da previsão é a mesma da explicação dedutiva vista no capítulo anterior (em 4.1.1). Por isso, dizemos que o método científico é

um método hipotético-dedutivo e que, pelo menos sob este aspecto, explicar é prever.

Hã, porém, um outro motivo, além do caráter geral, para que o teste seja indireto: hipóteses e leis representacionais — que se valem de conceitos como elétron, onda, campo etc. — sã podem ser testadas através dos efeitos observáveis provocados por estas entidades. Não observamos, na realidade, a corrente elétrica, mas sim a oscilação do ponteiro de um amperímetro.

Assim, mesmo nossas observações aparentemente diretas, como a simples inspeção visual de olhar pela janela para ver se está chovendo, sã sempre mediadas por teorias ou algo análogo (expectativas, crenças, etc.). Em ciência, porém, pode haver uma longa cadeia de suposições, deduções e previsões entre aquilo que queremos testar e o que realmente iremos observar. Galileu, para testar a lei da queda livre (a velocidade de um corpo cresce proporcionalmente ao tempo de queda), não mediu a velocidade instantânea do corpo em vários pontos da sua trajetória, o que, ainda hoje, é muito difícil de ser feito. Em vez disso, deduziu, com auxílio da matemática, que, se sua lei fosse verdadeira, a distância percorrida deveria necessariamente crescer com o quadrado do tempo — o que pode ser observado medindo-se essa distância em instantes diferentes. Entretanto, havia ainda um outro problema: a queda livre é muito rápida — uma pedra cai cinco metros em um segundo —, o que torna difícil medir intervalos de

tempo muito pequenos. A solução imaginada por Galileu foi aumentar o tempo de queda, fazendo o móvel cair ao longo de um plano inclinado.¹

Como vemos, a hipótese de Galileu foi testada indiretamente, com auxílio não apenas de condições iniciais, mas também de hipóteses adicionais, como a de que as leis de queda livre deveriam valer também para a queda em um plano inclinado.²

A previsão científica não se refere necessariamente a acontecimentos futuros: podemos também "prever" ou inferir algo acerca de acontecimentos passados. Assim, se o homem e o macaco descendem de uma mesma espécie, deve ter havido algum animal com características intermediárias entre ambos. Realmente, encontramos fósseis de animais como os australopitecos, com cérebro tão pequeno quanto o do chimpanzé, mas com dentes bem parecidos com os nossos.

As previsões científicas diferem também das previsões do senso comum, originadas da experiência do dia-a-dia ou passadas por tradição, porque podem se referir a acontecimentos novos, nunca observados no passado, como a trajetória de naves espaciais, a produção de novas substâncias químicas etc. Algumas dessas previsões contrariam crenças profundamente arraigadas e se chocam com concepções tidas como fundamentais. É o caso da previsão, feita a partir da teoria da relatividade, de que, se um dos membros de um par de gêmeos fizesse uma longa viagem espa

cial a uma estrela a 20 anos-luz de distância, em uma nave espacial com, digamos, 99% da velocidade da luz, ao voltar ele estaria cerca de 15 anos mais jovem que seu irmão gêmeo! Embora as velocidades das espaçonaves atuais não se aproximem nem de longe da velocidade da luz (cerca de 300.000 quilômetros por segundo), previsões deste tipo puderam ser confirmadas, medindo-se a vida média de certas partículas nucleares com velocidades próximas à da luz.

Finalmente, vimos que as previsões científicas, diferentemente das profecias, são condicionais, uma vez que temos de explicitar as hipóteses e condições iniciais que consideramos necessárias para que elas se realizem. Mais importante ainda é que, contrariamente a certas previsões vagas das pseudociências, elas correm o risco de serem refutadas e, justamente por isso, podem nos levar a corrigir e aperfeiçoar nossas hipóteses e teorias, como veremos a seguir.

5.1.2. Refutabilidade e refutação

No capítulo III, vimos que não se pode comprovar indutivamente hipóteses ou leis gerais através da repetição de exemplos confirmadores. Vimos também algumas das muitas críticas feitas à tentativa de avaliar a probabilidade ou o grau de confirmação de uma hipótese através da construção de uma lógica indutiva. A solução de Popper consiste em desenvolver um sistema em que a indução não tenha qualquer papel na avaliação de hipóteses e teorias,

a partir da constatação de uma assimetria lógica entre confirmação e refutação. Em outras palavras, embora não possamos comprovar hipóteses gerais do tipo "todos os cisnes são brancos" pela observação de um grande número de cisnes brancos, estas hipóteses podem ser refutadas por enunciados singulares ou básicos do tipo "eis aqui um cisne negro", que asseguram que um evento observável está ocorrendo em determinada região do espaço e do tempo.³

É importante compreender que a refutação sô é conclusiva ao nível lógico e não ao nível experimental. Em qualquer experiência ou observação podemos cometer enganos. Uma coisa é afirmar que uma hipótese é refutável, outra coisa é aceitar que ela foi efetivamente refutada por determinado experimento ou observação — esta decisão será sempre conjectural.

Os enunciados básicos não precisam e nem devem estar (como os enunciados protocolares imaginados por positivistas) acima de qualquer dúvida. O caráter conjectural e não indutivo do conhecimento científico pode perfeitamente dispensar a exigência de dados sensoriais auto - evidentes e acima de qualquer suspeita, a partir dos quais iniciariamos uma "escalada indutiva" em direção à certeza ou à probabilidade. E, justamente por não serem inques-tionáveis, devemos aceitar, provisoriamente, apenas os enunciados capazes de serem submetidos a testes intersub-jetivos: outras pessoas poderão observar se há realmente um cisne negro no local indicado ou examinar depoimentos

de testemunhas, etc.⁴ Portanto, uma teoria ou hipótese será considerada refutada se aceitarmos o enunciado singular que a refutou, atentando-se sempre para o fato de que esta decisão poderá ser questionada e submetida a teste.⁵ Além disso, se a previsão não se verificar, poderemos concluir apenas que há algo errado com a lei geral ou com as condições iniciais. Assim, se um metal aquecido não se dilatar, talvez hipótese geral "todos os metais se dilatam quando aquecidos" seja falsa, mas talvez o material não seja um metal. A refutação por si só não nos diz se a lei geral é falsa ou se as condições iniciais não se verificaram.

Entretanto, apesar do caráter falível e conjectural do experimento e da observação, convém lembrar que, como vimos no capítulo III, a refutação apresenta uma vantagem importante sobre a confirmação. Todos os problemas decorrentes do caráter conjectural e falível do conhecimento científico afetam igualmente a comprovação indutiva, sendo que esta é incapaz de contar com o apoio da lógica dedutiva. Assim, se em determinado experimento o material utilizado se dilatar, não podemos deduzir logicamente que se trata de um metal (outros materiais também se dilatam) nem que a lei da dilatação seja verdadeira (ela pode não valer para outros metais). Mas, se a previsão não se verificar, podemos concluir, logicamente, que há algo errado, passando então a procurar onde está o erro.

Por isso, vale a pena investir em testes ou obser

vações que procurem refutar hipóteses, aprimorando o experimento, testando os pressupostos utilizados, etc. Em resumo, pode-se dizer que testar uma teoria é tentar refutá-la. Mas por que tentamos refutar uma hipótese? Uma das respostas é porque procuramos hipóteses ou teorias verdadeiras, mesmo que não consigamos encontrá-las e, por isso, tentamos eliminar teorias falsas.⁶

As próprias noções de refutabilidade e refutação são podem ser compreendidas a partir da noção de verdade. Nesse sentido, a idéia de verdade e também a idéia de validade lógica são, para Popper, idéias regulativas que orientam e controlam a pesquisa científica, embora não nos forneçam um meio seguro de encontrar a verdade ou de saber que a encontramos.⁷ Não buscamos, porém, teorias apenas verdadeiras, mas também teorias novas e interessantes, capazes de aumentar nosso conhecimento, como veremos a seguir.

5.1.3. A refutabilidade e o conteúdo empírico

Não aprendemos por indução, diz Popper. Somente refutando nossos "palpites" ou hipóteses é que podemos corrigir nossos erros e aprender algo novo. Desse modo, tanto o conhecimento comum como o conhecimento científico progridem através de conjecturas seguidas de refutações, ou seja, através do método do ensaio e erro. Logo, para que o conhecimento científico avance, é necessário que as hipóteses e teorias sejam formuladas de modo a estarem abertas à refutação. Elas têm de ser potencialmente refu

táveis, pois sō assim serão testáveis. Em outras palavras, uma teoria deve excluir certos estados de coisas incompatíveis com ela. A lei de Lavoisier — da constância da massa em uma reação química — proíbe que a massa dos produtos seja maior ou menor que a dos reagentes; se a primeira lei de Newton for verdadeira, a resultante das forças que agem em um corpo em equilíbrio não pode ser diferente de zero; a lei da ecologia que diz que a energia diminui ao longo de uma cadeia alimentar, seria refutada se a energia aumentasse ou permanecesse constante.

Os enunciados que refutam a teoria são chamados de falseadores potenciais da teoria. Um falseador potencial é simplesmente um enunciado que relata um acontecimento proibido pela hipótese em questão. O conjunto de todos os falseadores potenciais nos dá o conteúdo informativo da teoria e quanto mais uma teoria "proíbe", mais ela diz, ou seja, maior é a sua capacidade de previsão, como veremos adiante.⁸

Se uma hipótese não tiver nenhum falseador potencial não poderá ser testada empiricamente. É isto que ocorre com tautologias do tipo "vai chover ou não vai chover amanhã", que não possuem falseadores potenciais. Estes enunciados são irrefutáveis, pois não proíbem nenhum estado de coisas, ou seja, serão sempre verdadeiros, aconteça o que acontecer.⁹ Mas, justamente por isso, não possuem conteúdo informativo e deixam de cumprir uma aspiração importante da ciência — a de dizer algo acerca do mundo.

Tudo isto pode parecer extremamente trivial: é claro que nenhum cientista perde seu tempo enunciando tautologias. No entanto, uma das críticas feitas ao princípio da seleção natural — endossada por Popper — é seu caráter aparentemente tautológico ou "quase tautológico".¹⁰ Assim, se afirmarmos que os mais aptos sobrevivem, definindo os mais aptos como aqueles que sobrevivem, estaremos dizendo simplesmente que aqueles que sobrevivem, sobrevivem!

Definida deste modo, a seleção natural parece totalmente ser tautológica. Entretanto, esta definição não faz referência ao fato de que o conceito de adaptação envolve também relações entre um organismo e seu ambiente.¹¹

Um dos exemplos mais conhecidos de seleção natural, é o das mariposas escuras que aumentaram em número em relação às formas claras devido ao escurecimento dos troncos das árvores pela poluição, o que fez com que a primeira se tornasse menos visível por seus predadores.¹² Mas este processo de seleção natural só pode ocorrer porque:

- a) os indivíduos de uma espécie não são todos iguais;
- b) há uma transmissão de características dos pais para os filhos;
- c) indivíduos com características diferentes deixam números diferentes de descendentes ao longo das gerações.

A evolução decorre então, automaticamente, destes fatos, mas cada um deles poderia perfeitamente não ocorrer na realidade, não havendo aí, por conseguinte, nenhuma tautologia. Indivíduos da mesma espécie, por exemplo, poderiam ser todos idênticos.¹³ Desse modo, a partir do princípio de seleção natural podemos fazer certas previsões refutáveis: características vantajosas em um ambiente — como a cor protetora da mariposa escura — deverão, em princípio, favorecer outros organismos em ambientes semelhantes.¹⁴ Dentro dessa linha de raciocínio, se a poluição diminuir, a mariposa clara voltará a proliferar (o que realmente ocorre), caso contrário, estaríamos diante de uma possível refutação desse princípio.

Entretanto, apesar do princípio de seleção natural ser aceito por praticamente todos os biólogos da atualidade, seu caráter supostamente tautológico e seu refutabilidade ainda provocam algumas discussões filosóficas.¹⁵

A tautologia é na realidade um caso extremo, raramente encontrado na ciência factual, mas, como veremos adiante, existem certos meios de se reformular uma hipótese ou teoria que, embora não eliminem seu conteúdo, tornando-a tautológica, diminuem esse conteúdo. Justamente por isso tais artifícios devem ser evitados.

5.1.4. Em direção a teorias mais amplas, profundas, simples e precisas.

Por que devemos buscar leis e teorias cada vez

mais amplas, profundas, simples e precisas? A resposta, para Popper, é que essas teorias são também as mais refutáveis e, portanto, aquelas que melhor atendem ao objetivo de fazer nosso conhecimento progredir, como se verá.

Se compararmos a hipótese "todos os cisnes são brancos" com a hipótese mais geral "todas as aves são brancas", veremos que esta última é refutada por qualquer ave não branca — inclusive um cisne —, enquanto a primeira só é refutada por um tipo de ave — o cisne. Portanto, quanto mais geral for uma hipótese ou teoria, mais refutável e testável ela será e, conseqüentemente, maior seu conteúdo informativo e sua capacidade de previsão.¹⁶ Realmente, a primeira hipótese nos informa apenas a respeito de cisnes. Já a segunda diz algo a respeito de todas as aves. Além disso, como a hipótese mais geral tem maiores oportunidades de ser refutada, maior será nossa chance de aprendermos algo novo e de promover o crescimento do conhecimento científico.¹⁷ Em resumo, estas hipóteses têm maior poder de explicação.

Pelo mesmo motivo, buscamos também leis cada vez mais precisas, como as leis quantitativas. Assim, a afirmação de que determinado metal se dilata de um milímetro quando sua temperatura aumenta de 20°C é mais precisa do que a afirmação de que ele simplesmente se dilata quando aquecido. Esta última é refutada caso ele não se dilate, enquanto a primeira é refutada não somente neste caso, mas também se a dilatação não ocorrer dentro do valor previs-

to pela lei. Portanto, quanto mais específica ou precisa for uma lei, maior sua refutabilidade e, conseqüentemente, maior seu conteúdo e maior a oportunidade do conhecimento científico avançar.

Podemos compreender também por que as explicações científicas fazem uso de leis universais que, supostamente, devem valer para todas as regiões espaço-temporais do universo: estas leis são ricas em conteúdo, capacidade de previsão e refutabilidade.¹⁸ Do mesmo modo, as teorias mais profundas, de caráter representacional, são capazes de explicar, com um menor número de leis mais amplas, as teorias fenomenológicas. Através de conceitos como o de força e gravidade, por exemplo, Newton unificou as teorias de Kepler e Galileu.

A simplicidade de uma lei ou teoria pode ser definida de acordo com vários critérios diferentes, como o número de termos primitivos utilizados na teoria ou sua inteligibilidade, por exemplo. Mas, se este conceito for interpretado em função do número de parâmetros — de acordo com a proposta de Popper —, veremos que a lei mais simples (com o menor número de parâmetros) é também a lei mais refutável.¹⁹

Vamos comparar uma hipótese mais simples, a de que os planetas têm órbitas circulares, com a hipótese de que suas órbitas são elípticas. Para refutar a primeira hipótese temos de realizar quatro observações diferentes, que correspondem aos quatro pontos que determinam um círculo.

Já para refutar a segunda, são necessárias seis observações diferentes, correspondentes aos seis pontos que determinam uma elipse.²⁰ Portanto, a primeira hipótese proíbe um número maior de possibilidades de observação do que a segunda. Além disso, como o círculo é um tipo especial de elipse, a primeira hipótese é também mais precisa. Logo, ambos os argumentos demonstram que quanto mais simples for uma hipótese, maior sua refutabilidade. O mesmo tipo de argumento vale para leis quantitativas: uma lei que tenha a forma de uma equação de primeiro grau é mais simples e mais falseável do que uma lei expressa por uma função de segundo grau.²¹

A preferência por uma teoria mais simples não significa que ela será bem sucedida no teste: a hipótese mais simples poderá ser refutada e a mais complexa passar com sucesso no teste. Afinal, as órbitas dos planetas são elípticas e não circulares! O objetivo de Popper é fornecer, com auxílio do conceito de refutabilidade, um critério objetivo de progresso potencial, uma norma que nos diga como devemos proceder se quisermos contribuir para o crescimento do conhecimento científico. A resposta, resumidamente, seria: escolha as teorias mais falseáveis e submeta-as ao método do ensaio e erro.²²

Isto quer dizer que a avaliação só estará completa após os resultados dos testes. Não basta saber se uma teoria é refutável, é preciso saber também se ela foi refutada. Como diz Popper,

"no caso de qualquer teoria proposta, é a riqueza de seu conteúdo e, assim, seu grau de testabilidade, que decide de seu interesse e são os resultados dos testes efetivos que decidem de seu destino".²³

Mais adiante, veremos como Popper se vale do conceito de corroboração — que indica como as teorias se saíram nos testes — para avaliar as teorias científicas.

A partir do conceito de refutabilidade, podemos compreender também que, contrariamente ao que um defensor do indutivismo poderia pensar, não preferimos teorias com alta probabilidade inicial, mas, justamente, teorias que a princípio são altamente improváveis!

Para exemplificar sua tese, Popper mostra que a reunião do enunciado "na sexta-feira vai chover" e "no sábado fará bom tempo" forma o enunciado composto "na sexta-feira vai chover e no sábado fará bom tempo", que possui maior conteúdo informativo que cada um dos enunciados isolados. Entretanto, a probabilidade de que o enunciado composto venha a ser verdadeiro é menor que a probabilidade de cada enunciado isolado.²⁴ O conteúdo informativo do enunciado e sua falseabilidade aumentaram, mas sua probabilidade inicial diminuiu! Assim, previsões vagas, do tipo "vai chover no ano que vem em algum lugar do mundo", têm maior probabilidade inicial de serem verdadeiras do que previsões como "vai chover amanhã em São Paulo", embora esta última seja mais precisa, mais refutável e de maior conteúdo. Tautologias ("vai chover ou não vai chover amanhã") têm, é claro, probabilidade máxima (100% ou 1), embo

ra sejam desprovidas de conteúdo informativo.

Do mesmo modo, afirmações existenciais do tipo "há corvos brancos", sem nenhuma restrição quanto ao lugar ou tempo, não são falseáveis, pois "não podemos investigar o mundo inteiro a fim de determinar que algo não existe, nunca existiu ou não existirá".²⁵ Assim, embora tenham uma probabilidade inicial, às vezes elevada, de serem verdadeiras, elas têm pouco ou nenhum conteúdo empírico.

A probabilidade inicial de uma hipótese é, portanto, inversamente proporcional ao seu conteúdo informativo e à sua capacidade de explicação.²⁶ A conclusão parece inevitável: para o conhecimento progredir, devemos buscar teorias de maior conteúdo e, conseqüentemente, de menor probabilidade.²⁷

Para Popper, em toda esta discussão somos guiados, implicitamente, pela idéia de verdade. Segundo ele,

"só a idéia da verdade nos permite falar de maneira sensata sobre os erros e a crítica racional, possibilitando a discussão racional - isto é, a que procura descobrir os erros com a intenção seria de eliminá-los ao máximo, para que possamos nos aproximar da verdade. Portanto, a própria idéia de erro — e da falibilidade — implica uma verdade objetiva, considerada como padrão que podemos não atingir (neste sentido, a idéia de verdade é reguladora)."²⁸

Concluimos que, para Popper, as teorias científicas devem fazer previsões, proibindo certo estado de coisas e arriscando-se a serem refutadas. Somente assim poderemos realizar as aspirações da ciência: a de dizer algo

acerca do mundo — embora de forma conjectural; a de corrigir-se diante das evidências — possibilitando, assim, o aprendizado de coisas novas; e, finalmente, a de fazer nosso conhecimento progredir em direção a teorias mais amplas, mas exatas, de maior poder preditivo, mais profundas e, talvez, mais próximas à verdade.

5.2. O confronto com a experiência

Ao observar o comportamento de uma espécie em seu ambiente natural, interessa ao biólogo interferir o menos possível no fenômeno observado. Em outros casos a interferência é de todo impossível; astrônomos não podem alterar o movimento dos astros e paleontólogos se sentem muito felizes quando encontram um simples maxilar de uma espécie extinta. Mas, sempre que possível, o cientista não espera passivamente que determinado fenômeno ocorra. Em vez disso, ele provoca deliberadamente sua ocorrência, alterando, de forma controlada, os fatores que interferem no fenômeno. Em outras palavras, ele realiza um experimento.

5.2.1. Aumentando o rigor do teste - a experiência controlada.

A teoria do flogístico foi amplamente aceita até o século XVIII. Segundo esta teoria, quando se queimava alguma coisa, ela perdia um fluido, o flogístico, que era o "elemento produtor do fogo". A função do ar na combus-

tão era absorver este elemento e, por isso, o fogo em um recipiente apagava-se após algum tempo, uma vez que o ar terminava saturado de flogístico.

Durante mais de cem anos a teoria do flogístico foi utilizada com sucesso para explicar diversos fenômenos. Em 1775, porém, o químico Antoine Lavoisier (1743-1794) aqueceu, até calcinar, um peso conhecido de mercúrio no interior de um recipiente fechado. Embora o peso ideal do mercúrio e do recipiente não se tivesse alterado, o mercúrio calcinado tinha aumentado de peso, contrariando, assim, a expectativa de que seu peso diminuísse, em virtude da perda de flogístico.

Lavoisier observou também que o aumento de peso era praticamente igual ao peso do ar que entrava no recipiente quando este era aberto. Supondo que este aumento poderia ser explicado pela combinação do metal com o ar — mais exatamente, como depois se descobriu, com o oxigênio, formando-se óxido de mercúrio —, Lavoisier aqueceu o óxido em um vidro hermeticamente fechado, obtendo novamente o mesmo peso de mercúrio puro. Ele observou ainda a formação de um gás que, adicionado ao resíduo gasoso da experiência anterior, resultou novamente numa mistura idêntica ao do ar comum. Lavoisier tinha conseguido decompor o óxido de mercúrio, libertando o oxigênio. Este processo pode ser representado quimicamente da seguinte forma: $\text{óxido} \rightarrow \text{metal} + \text{oxigênio}$. No primeiro experimento, ocorreu o processo inverso: $\text{metal} + \text{oxigênio} \rightarrow \text{óxido}$.

Lavoisier realizou ainda diversos experimentos com outros metais, demonstrando que a massa total do sistema não se altera em uma reação química (lei da conservação da massa). Nascia assim a teoria atual da combustão pelo oxigênio e se estabeleciam os alicerces da química moderna.²⁹

Vemos então que Lavoisier provocou a combustão, em vez de esperar que ela ocorresse espontaneamente. Mais importante ainda, ele controlou determinados fatores ou variáveis que supunha relevantes, medindo o peso do metal e o peso do ar antes e depois do experimento, fechando o recipiente de modo a impedir que recebesse matéria de fora, etc.

Este controle é fundamental para se evitar conclusões apressadas e errôneas. Suponhamos, por exemplo, que desejamos testar os fenômenos de vidência paranormal. Podemos colocar vários cartões com números ou figuras diferentes, ou mesmo cartas de baralho, em recipientes metálicos bem fechados, pedindo então, aos pretensos videntes que adivinhem a carta contida em cada recipiente.

Convém gravar e filmar toda a operação, a fim de evitar possíveis fraudes, que não são raras neste campo. Finalmente, devemos ainda submeter os resultados do teste a uma análise estatística, que indicará se os acertos foram casuais ou não.³⁰ Desse modo, eliminamos fontes de erro impossíveis de serem detectadas por uma observação comum.

Por mais competente e honesto que um cientista possa ser, ele pode cometer erros. Por isso, é importante que o experimento tenha caráter público. Isto quer dizer que deve ser possível a outros cientistas, ou mesmo a qualquer pessoa dotada dos conhecimentos necessários, repetir o experimento para verificar se os resultados são corretos e se independem das características pessoais do cientista. Desse modo, o experimento científico pode ser testado e criticado por outros cientistas, sendo, neste sentido, objetivo.³¹

De Lavoisier até os dias de hoje, a ciência vem desenvolvendo instrumentos e técnicas capazes de aprimorar o controle sobre as variáveis e de simular a ocorrência de fenômenos considerados anteriormente incapazes de serem controlados ou reproduzidos. Em 1953, Stanley Miller bombardeou com descargas elétricas e raios ultravioleta os gases que supunha existirem na Terra primitiva, obtendo então alguns aminoácidos. Reproduziu assim, num laboratório, o modelo de um fenômeno que teria acontecido em nosso planeta há três bilhões e meio de anos atrás e a partir do qual teriam surgido os primeiros seres vivos. Atualmente, com auxílio de aceleradores de partículas, físicos provocam colisões de alta energia entre núcleos de átomos, tentando reproduzir fenômenos que se passaram há dez ou 20 bilhões de anos atrás, época em que o Universo teria se formado a partir de uma grande explosão.

Assim, do plano inclinado de Galileu aos modernos

aceleradores de partículas, dos cruzamentos de ervilhas de Mendel aos modernos laboratórios de engenharia genética, os cientistas procuram elaborar experimentos cada vez mais sofisticados, para testar suas hipóteses da forma mais rigorosa possível e buscando chegar cada vez mais perto da verdadeira causa de um fenômeno.

5.2.2. A necessidade de grupos de controle

Como controlar todas as transformações que não cessam de ocorrer em um organismo? Além disso, se cada indivíduo é único e diferente de todos os demais, como podemos testar hipóteses gerais que digam respeito a toda uma classe de organismos? Para tentar solucionar estes problemas, o cientista se vale de uma técnica importantíssima: em vez de trabalhar com indivíduos, ele forma grupos de controle e grupos experimentais, selecionados de forma que a única diferença significativa esteja na variável que se quer testar.

Um procedimento deste tipo foi adotado por Pasteur em 1881, para mostrar que sua vacina contra o carbúnculo realmente protegia o gado desta doença. Inicialmente, ele aplicou a vacina em 25 ovelhas (o grupo experimental), deixando outras 25 (o grupo de controle) sem vacinar. Mais tarde, todas foram inoculadas com o micróbio do carbúnculo, mas somente as ovelhas vacinadas sobreviveram.³²

Mesmo uma experiência controlada, porém, pode levar a equívocos. Alguns anos antes da experiência de Pas-

teur, os habitantes do Jura, a região a leste da França, afirmaram que o veterinário Louvrier tinha descoberto a cura do carbúnculo. O método de Louvrier consistia em esfregar energicamente a vaca doente para aquecê-la. A seguir, despejava terebentina em grandes incisões feitas na pele do animal, cobrindo-o depois com uma espessa camada de estrume embebido em vinagre quente. Por estranho que nos pareça hoje, alguns animais realmente ficavam curados após passar por este terrível tratamento.

Chegando ao local, Pasteur decidiu testar o método de Louvrier. Inoculou quatro vacas com o micróbio e a seguir pediu ao veterinário que tratasse apenas de duas das vacas doentes (A e B). Estas vacas formavam o grupo experimental. Outras duas (C e D) foram deixadas sem tratamento algum, funcionando, portanto, como grupo de controle. O resultado foi que um dos animais tratados por Louvrier (A) melhorou, enquanto outro (B) morreu. Por outro lado, apenas uma das vacas não tratadas (C) morreu, enquanto a outra (D) se restabeleceu completamente. Pasteur comentou então que algumas vacas podem curar-se espontaneamente do carbúnculo e que se Louvrier tivesse escolhido as vacas A e D, a experiência poderia dar a impressão de que o tratamento era realmente eficaz.³³ Como veremos a diante, experimentos deste tipo têm de ser feitos com um número razoavelmente grande de indivíduos e os resultados precisam ser analisados estatisticamente, de forma a diminuir a influência de fatores aleatórios.

A falta de controle em observações do dia-a-dia pode nos levar a acreditar em falsas conexões entre fatores independentes. É o caso de pessoas que se curam espontaneamente de certas dores de cabeça ou outras pequenas alterações do organismo, passando a acreditar em algum produto inócuo que ingeriram nessa mesma época. É o caso também de certos comportamentos supersticiosos, como o de torcedores que usam sempre a mesma camisa antes do seu time jogar porque ela trouxe sorte da primeira vez que foi vestida.³⁴ Nesses casos, uma experiência controlada poderia demonstrar que se trata apenas de conexões acidentais e não de relações causais (o que não quer dizer que a pessoa deixará de acreditar nelas. Crenças não são fenômenos apenas racionais: há muitos outros fatores em jogo).

Algumas pessoas acreditam em um suposto poder das pirâmides que, entre outras coisas, ajudaria a conservar alimentos por mais tempo. Há inclusive os que afirmam que observaram este fato experimentalmente: alimentos realmente teriam se conservado melhor quando colocados sob pirâmides. Mas será que a experiência foi controlada? Talvez o alimento tenha resistido porque os dias estivessem mais frios, ou então o tipo de alimento utilizado era particularmente resistente à decomposição, em virtude, por exemplo, da presença de certos conservantes químicos. Para controlar estas variáveis poderíamos formar dois grupos aproximadamente iguais, contendo cada um os mesmos tipos de alimentos. Enquanto um grupo seria colocado sob a pirâmide (grupo experimental), o outro ficaria fora dela

(grupo de controle). Ambos os grupos deveriam ficar no mesmo ambiente e submetidos aproximadamente às mesmas condições de temperatura, umidade, etc. Nessas condições, qualquer diferença que surgisse entre os dois grupos poderia ser atribuída à pirâmide, já que os outros fatores estariam, supostamente, controlados, isto é, agiram indistintamente nos dois grupos.

Como vemos, um fenômeno frequentemente se manifesta associado a muitos outros. Através da experiência controlada, procuramos justamente modificar apenas aquilo que julgamos ser a causa do fenômeno, mantendo os outros fatores aproximadamente constantes. Desta forma, tentamos evitar que relações acidentais sejam erroneamente identificadas com relações causais, como vimos acima.

A formação de grupos de controle é bastante utilizada para testar a eficácia de medicamentos, como vimos no capítulo I (em 1.2.3). Neste caso, como no exemplo das pirâmides, o grupo de controle e o grupo experimental devem ser os mais homogêneos possíveis em relação aos fatores que se supõem relevantes. Mas, se por um lado é fácil formar dois grupos com o mesmo número de pessoas de ambos os sexos e aproximadamente a mesma idade, por outro lado é difícil distinguir se um indivíduo é, naturalmente, mais resistente a certas doenças. Em situações como essa, podemos alcançar a homogeneidade desejada através de técnicas aleatórias, escolhendo ao acaso as pessoas que formarão cada grupo (sorteando seus nomes, por exemplo). As

sim, as pessoas mais resistentes têm a mesma chance de serem colocadas no grupo de controle ou no experimental e, se os grupos forem suficientemente grandes, haverá uma distribuição mais ou menos homogênea em relação a estas e outras características, ou seja, os dois grupos serão aproximadamente iguais. Esta é uma das várias técnicas estatísticas que nos ajudam a controlar as variáveis em um experimento.

Mas há ainda um outro procedimento muito importante que tem de ser feito nestes casos. Como vimos no capítulo I (em 1.2.3), é necessário fornecer ao grupo de controle um placebo, isto é, um comprimido ou líquido inativo, desprovido do medicamento e com a mesma aparência e sabor do medicamento real, de forma que um indivíduo não saiba se está tomando ou não o medicamento, isto é, se ele pertence ao grupo de controle ou ao experimental. Desta forma, podemos compensar efeitos psicológicos, uma vez que alguns pacientes podem se sentir realmente melhor se acharem que estão tomando algum medicamento.

Atualmente se realiza um controle ainda mais rigoroso, conhecido como teste duplo-cego. Nele, até mesmo os cientistas que participam do experimento, ignoram quais os indivíduos que realmente tomam o medicamento. O código que identifica o grupo a que cada indivíduo pertence fica de posse de outro cientista, que não participa diretamente do experimento. Isto porque os participantes da pesquisa podem, inconscientemente, avaliar de modo mais favo-

rável um paciente, se souberem que ele recebeu o medicamento real, e vice-versa, sobretudo em casos-limite, quando é difícil dizer se houve ou não melhora. Por isso, a identificação de cada indivíduo só é feita após esta avaliação.

A experiência controlada, com seus grupos de controle e testes duplo-cegos, revela como o experimento científico procura diminuir a influência dos fatores não relevantes, incluindo-se aí os interesses pessoais (conscientes ou não) do cientista nos resultados do teste. Portanto, a objetividade científica não decorre da falta de interesse, desejos ou ideologia do cientista e sim das "regras do jogo", isto é, do método científico. Por outro lado, é a ausência de controle rigoroso que confere às conclusões obtidas pelo senso comum, geralmente através de observações pouco cuidadosas, um caráter limitado e discutível. É também a ausência de controle que torna pouco confiáveis as previsões das chamadas pseudociências, como veremos no capítulo VI.

5.2.3. Os testes estatísticos

O fumo causa câncer? A vitamina C protege contra a gripe? Se saírem 12 caras consecutivas em 12 lançamentos de moeda, podemos concluir que ela está viciada? Para responder a perguntas deste tipo é fundamental o emprego de técnicas estatísticas.

A estatística é hoje uma ferramenta importantíssima em ciências naturais e sociais, com larga aplicação também em negócios, pesquisas de opinião pública, análise de erros de medida, etc. Nas experiências controladas, por exemplo, empregamos técnicas estatísticas para formar amostras aleatórias e garantir a homogeneidade do grupo de controle e do grupo experimental, como vimos anteriormente. Aqui será analisado apenas o papel da estatística na avaliação de hipóteses científicas.

Suponhamos que num teste de um medicamento, 60% dos indivíduos do grupo experimental fiquem curados, enquanto no grupo de controle a percentagem seja de apenas 20%. Podemos concluir que o medicamento é eficaz? Ou trata-se de uma diferença meramente casual?

Observamos que há duas hipóteses opostas em jogo. Uma delas, chamada hipótese zero ou hipótese nula, afirma que a diferença entre os dois grupos é aleatória e, portanto, o medicamento não teria efeito notável sobre a doença. A outra, chamada hipótese experimental ou alternativa, afirma que esta diferença deve-se à ação do medicamento. O que o cientista quer descobrir é se podemos considerar refutada a hipótese nula, demonstrando assim que a diferença entre os grupos deve ser considerada significativa, embora, como veremos adiante, sejam necessárias mais pesquisas para se estabelecer uma relação causal entre o medicamento e a cura. A estatística nos fornece então elementos para calcular a probabilidade desta correlação po-

sitiva ter ocorrido simplesmente por acaso e, a partir daí, decidirmos se rejeitamos ou não a hipótese nula.

Há vários tipos de testes estatísticos, mas algumas das idéias básicas comuns a todos eles podem ser compreendidas se analisarmos um caso mais simples: um teste para descobrir se uma moeda está ou não viciada.

Também aqui há duas hipóteses em conflito: a) os resultados dos lançamentos ocorrem ao acaso, produzindo uma frequência aproximada de 50% de caras e 50% de coroas (hipótese nula); b) a moeda é viciada, surgindo desvios significativos em relação à proporção esperada para moedas perfeitas (hipótese alternativa).

Suponhamos que a moeda foi lançada 12 vezes e nos 12 lançamentos saíram 12 caras. A moeda está ou não viciada? A probabilidade de uma moeda ideal não viciada dar 12 caras em 12 lançamentos é de $(1/12)^{12}$ ou $1/4096$, ou seja, em 4.096 jogadas de 12 lances cada uma, espera-se que haja apenas uma jogada em que saiam 12 caras seguidas. Portanto, se rejeitarmos a hipótese nula, supondo que a moeda esteja viciada, nossa chance de erro é justamente de um em 4.096 ou 0,024%. O que o cientista faz é estabelecer de antemão uma probabilidade máxima de erro tolerável, chamada nível de significância do teste, que geralmente é de 5% (ou $1/20$), mas que, em alguns experimentos mais rigorosos, pode chegar a 1% ou menos. Isto quer dizer que consideramos tolerável um erro em cada 20 avaliações, mas não mais do que isso.³⁵ Portanto, se o resulta

do do teste apresentar uma probabilidade igual ou menor que este valor, a hipótese nula será rejeitada, como ocorreu no nosso exemplo, em que o valor obtido foi de 0,024%. Admitimos neste caso que a moeda deve estar viciada, porque o desvio em relação ao esperado para uma moeda ideal foi significativo em relação ao nível de 5%. Talvez estejamos enganados, mas a chance de erro (0,024%) é bem menor que o erro máximo admitido de 5%. Em outras palavras, embora 12 caras consecutivas não constituam um resultado logicamente incompatível com a hipótese nula, ele é extremamente improvável para uma moeda não viciada, funcionando, portanto, como uma evidência contrária a esta hipótese.

Em resumo, para falsificar uma hipótese estatística, devemos supor que ela exclui eventos altamente improváveis. Como veremos adiante (em 5.3.5), a hipótese de que a moeda está viciada foi, neste exemplo, fortemente corroborada, uma vez que previa um acontecimento que, em princípio, era altamente improvável se essa hipótese fosse falsa, ou seja, se a moeda não estivesse viciada.

É importante, neste tipo de teste, especificar o tamanho da amostra — no caso, o número de indivíduos que participaram do experimento. Isto porque uma diferença de, por exemplo, 40% entre o grupo experimental e o grupo de controle não é significativa se cada grupo for formado por, digamos, 20 indivíduos. No entanto, esta mesma diferença passa a ser significativa para testes com algumas

centenas de pessoas por grupo. Sem esta especificação, por tanto, nada se poderá concluir a partir do resultado do teste.

É importante também que o cientista especifique de antemão, antes da coleta de dados e da avaliação do teste, o nível de significância empregado, pois, sô assim a hipótese será refutável. Seria fácil escolher ap^{os} o resultado um nível de significância tal que qualquer uma das hipóteses fosse sempre confirmada. Mesmo um resultado de 12 caras, por exemplo, com probabilidade de 0,024%, não refutaria a hipótese nula, se escolhêssemos um nível de significância de 0,01%. Mas a partir daí surge outro problema: o que determina a escolha de 5% ou às vezes 1% como níveis de significância? Por que não escolher níveis mais baixos, de modo a minimizar mais ainda a chance de erro?

Pode-se demonstrar que, para diminuir a chance de erro sem que o teste perca precisão, e sem que, automaticamente, aumente a chance de se cometer outro tipo de erro — o de aceitar uma hipótese nula quando esta for falsa —, temos de aumentar o tamanho da amostra.³⁶ Com um maior número de lançamentos de moeda, por exemplo, poderão surgir resultados cada vez mais improváveis, que funcionam como evidências ainda mais severas contra a hipótese nula. Assim, se em 20 lançamentos saírem 20 caras, teremos um acontecimento com a probabilidade de $(1/2)^{20}$ ou 1 em 1.048.576 ou ainda 0,00009%. Portanto, uma das maneiras

de aumentar o rigor do teste estatístico consiste realmente em aumentar o tamanho da amostra. No caso da moeda, podemos aumentar o número de lançamentos, enquanto no caso de testes de medicamentos podemos aumentar o número de indivíduos que participam do teste, ou então repetir a experiência.

Do ponto de vista prático, porém, isto implica em um maior gasto de tempo, dinheiro e recursos que poderiam ser utilizados em outras pesquisas. Assim, as condições materiais disponíveis impõem um limite ao aumento progressivo do rigor do teste.

Outro fator limitante é o nível de precisão desejado. Assim como podemos construir instrumentos de medidas cada vez mais precisos, podemos elaborar testes utilizando amostras cada vez maiores. Entretanto, nem sempre há vantagens — tanto do ponto de vista teórico como prático — em se procurar maior precisão. Um médico não tem interesse em utilizar um termômetro mais sofisticado, capaz de medir centésimos de grau, simplesmente porque a teoria utilizada por ele para diagnosticar doenças através da febre não atribui importância a variações tão pequenas de temperatura. Portanto, medidas com tal precisão não contribuiriam para testar a veracidade da teoria, nem teriam qualquer utilidade no diagnóstico de doenças. Um raciocínio semelhante vale para o rigor dos testes estatísticos.³⁷

É claro que, no futuro, poderão surgir teorias que façam previsões mais precisas e, nesses casos, haveria interesse em desenvolver instrumentos e testes mais acura-dos. A partir da teoria da relatividade, por exemplo, podemos extrair previsões acerca de alterações mínimas — não previstas pela mecânica newtoniana — na massa de partículas em alta velocidade, que sõ podem ser testadas através de instrumentos e experimentos muito sofisticados.

Portanto, medidas mais precisas passam a ser importantes apenas quando possibilitam o teste de novas teorias, contribuindo assim para o crescimento do conhecimento científico. Em outras palavras, o aumento do rigor de um teste, acima de certo valor, justifica-se quando a diferença de resultados for suficientemente relevante para pôr em cheque alguma hipótese ou teoria.³⁸

Mesmo que aumentemos o rigor de um teste estatístico, jamais poderemos ter certeza de que a hipótese nula é realmente falsa. Um acontecimento raro, como o de 12 caras consecutivas, pode realmente ter ocorrido! Além disso, pode existir uma correlação fraca demais para ser detectada pelo teste em questão. No exemplo da moeda, isto equivale a um ligeiro desvio na frequência relativa de caras e coroas, causada, por exemplo, por um pequeno deslocamento do centro de gravidade da moeda. Do mesmo modo, um medicamento poderia conferir alguma proteção contra a doença, mas seu efeito poderia ser fraco demais para ser detectado pelo tipo de teste empregado. Daí a importância

de se especificar que um desvio é significativo ou que uma hipótese foi rejeitada ao nível de 5%. Entretanto, qualquer teste — estatístico ou não — possui uma série de limitações. A falta de certeza, a falibilidade e a possibilidade de correção são características de um conhecimento crítico como é o conhecimento científico. A estatística nos ajuda apenas a construir experimentos mais rigorosos, permitindo também que se especifique e controle a probabilidade de erro.

Finalmente, os testes estatísticos demonstram que leis probabilísticas e tendências são tão legítimas em ciência quanto leis estritamente deterministas, como as leis causais, uma vez que ambas podem ser refutadas experimentalmente. Estes testes podem, inclusive, ser empregados na avaliação de previsões de astrólogos, de videntes ou de pseudociências, como o "biorritmo", que afirma ser possível prever, de acordo com certos "ciclos", os "dias favoráveis" e "desfavoráveis" na vida de cada um. Assim, quando um astrólogo faz uma previsão sobre certos acontecimentos e estes não se verificam, ele poderá alegar que previu apenas uma tendência. Mas é evidente que o astrólogo não afirma simplesmente que determinado acontecimento pode ou não ocorrer. Enunciados tautológicos desse tipo são irrefutáveis, não possuem nenhum conteúdo informativo, não dizem nada a respeito do mundo, como vimos anteriormente (em 1.1.2). Se, por exemplo, um meteorologista fizesse afirmações do tipo "amanhã poderá ou não chover", ele certamen

te perderia o emprego! Portanto, se as previsões do astrólogo tiverem realmente algum conteúdo informativo, elas deverão ser interpretadas como afirmando que há maior probabilidade de determinado fato ocorrer em vez de outros. Observemos que, comumente, não há qualquer especificação de um valor de probabilidade definido, o que dificulta muito o teste estatístico da previsão. De qualquer modo, podemos analisar um grande número de indivíduos do mesmo signo ou com mapas astrais semelhantes: se a hipótese do astrólogo for correta, deveremos encontrar mais semelhanças entre pessoas do mesmo signo do que entre pessoas de signos diferentes.

No caso do biorritmo, a análise de um grande número de acidentes de automóveis pode ser útil para verificarmos se eles ocorreram com maior frequência nos dias "desfavoráveis" dos motoristas envolvidos. Em um dos últimos testes feitos por cientistas da Universidade John Hopkins, nos Estados Unidos, foram analisados 205 acidentes automobilísticos em que os motoristas foram considerados legalmente responsáveis pelo acidente. Não foi acusado qualquer desvio significativo, ou seja, os acidentes se distribuíram tanto em períodos "críticos" como em períodos "favoráveis" ou "neutros" da vida dos motoristas com, aproximadamente, a mesma frequência. Se é que havia alguma diferença, ela não foi detectada com a amostra de 205 indivíduos.³⁹ No próximo capítulo veremos como a astrologia se sai, quando submetida a experimentos controlados e testes estatísticos.

5.2.4. Indutivismo vs. não indutivismo nos testes estatísticos

A polêmica entre indutivistas e não indutivistas se estende também à interpretação que se deve dar aos testes estatísticos. Para Popper e Bunge, entre outros, a probabilidade utilizada nestes testes é uma probabilidade objetiva, que se refere a eventos, e não uma probabilidade lógica referente a enunciados, ou uma probabilidade subjetiva, que mediria graus de crença racional. Quando afirmamos, por exemplo, que a probabilidade de saírem 12 caras consecutivas é de 0,024%, estamos dizendo que o evento descrito por este enunciado tem uma probabilidade física ou uma propensão muito pequena de ocorrer (0,024%).⁴⁰ Do mesmo modo, quando afirmamos que nossa chance de erro, ao rejeitar a hipótese nula, é menor do que 5%, estamos dizendo que o evento físico descrito por esta hipótese tem probabilidade menor que 5%. Desse modo, todas as probabilidades utilizadas nas ciências factuais referem-se a estados de coisas concretas, como átomos, organismos, sociedades etc., e não a graus de credibilidade.⁴¹ Nesse sentido, embora a desintegração de um certo átomo particular seja um acontecimento altamente improvável, isto não quer dizer que não devemos acreditar que este fato não ocorreu.⁴²

Enfim, tanto Popper quanto Bunge não admitem, como os indutivistas o fazem, que uma evidência em favor de uma hipótese sirva para aumentar a probabilidade dela ser ver

dadeira ou para medir o grau de credibilidade desta hipótese. Embora Popper afirme que uma hipótese pode ser considerada como mais corroborada do que outra em função dos testes pelos quais ambas passaram, a corroboração é um conceito diferente do de probabilidade, como veremos adiante.

Em suma, os testes estatísticos não teriam a função de atribuir probabilidades a hipóteses: não dizemos que uma hipótese nula é "quase falsa" ou que é "aproximadamente verdadeira". Os testes simplesmente nos forneceriam elementos para aceitar ou refutar — de forma provisória e conjectural — uma das duas hipóteses testadas. Além disso, a chamada hipótese alternativa é geralmente uma hipótese composta por uma infinidade de hipóteses que se excluem. Uma moeda viciada pode ter propensão de $2/3$, $3/4$, $4/5$ etc. para cara, em vez de $1/2$. Assim, ao rejeitarmos a hipótese nula ficamos na realidade com uma série de hipóteses alternativas.

Indutivistas sustentam que, embora seja problemático atribuir probabilidade a toda uma teoria científica, somente seu sistema oferece um guia para a ação prática, o que possibilitaria a tomada de decisão em condições de incerteza. Neste caso a hipótese mais provável seria também a melhor escolha para fins práticos.⁴³

A avaliação de uma hipótese em função das evidências poderia ser feita com auxílio do teorema de Bayes — do matemático inglês Thomas Bayes (1702-1761). Resumida-

mente, este teorema afirma que a probabilidade posterior de uma hipótese, isto é, a probabilidade obtida após o teste, é proporcional à probabilidade inicial da hipótese e à probabilidade dos resultados do teste (a evidência), supondo-se que a hipótese seja verdadeira.⁴⁴ No caso de lançamento de moedas, se a hipótese nula e a hipótese alternativa tiverem, antes do lançamento, a mesma probabilidade, após 12 caras consecutivas, a probabilidade da hipótese alternativa teria aumentado.

Por conseguinte, não somente seria possível, mas também importante, conferir probabilidade a hipóteses, correspondendo a busca de conhecimento à busca de teorias cada vez mais prováveis e de maior grau de credibilidade.

Além das críticas feitas no capítulo III, esta posição se choca com a de Popper que, como já vimos (em 5.1.2), sustenta que nosso conhecimento avançará se escolhermos teorias mais informativas, mais gerais, com maior poder de explicação, mais facilmente refutáveis e, portanto, mais improváveis.

Para os indutivistas, somente uma lógica indutiva explicaria inferências feitas a partir de uma amostra para toda uma população. Entretanto, em qualquer tipo de inferência "indutiva" temos de nos valer de certas hipóteses, critérios e procedimentos estabelecidos de antemão, que não são obtidos por indução. Uma pesquisa de opinião feita por telefone, por exemplo, poderá não ser significa

tiva se o fato de possuir telefone estiver ligado a um certo "status" econômico e este "status", por sua vez, influir na pesquisa. Precisamos, portanto, estabelecer, conjecturalmente, quais os fatores relevantes e isto não pode ser obtido por inferências estatísticas ou indutivas.

Enfrentamos aqui, essencialmente, o mesmo problema visto no capítulo III (em 3.2.3), e que consiste em projetar regularidades a partir de certos dados.

Assim, não podemos deduzir da observação de que a população mundial vem crescendo exponencialmente, que o crescimento continuará sendo exponencial, uma vez que podemos traçar vários tipos de curvas compatíveis com os dados iniciais. Muitas populações naturais entram em fase de desaceleração após um período inicial de crescimento exponencial, permanecendo depois em equilíbrio. Portanto, somente uma teoria acerca do mecanismo de crescimento que procure explicar os fatores que estimulam ou inibem o crescimento das populações nos permitirá deduzir uma tendência e testá-la experimentalmente.⁴⁵ O mesmo vale para as projeções estatísticas. Como diz Bunge, até mesmo nas previsões eleitorais parte-se do pressuposto que a predisposição de voto de uma população não muda nos poucos dias entre a última pesquisa e a eleição.⁴⁶

Para Popper, em qualquer previsão ou extrapolação estatística precisamos, além dos dados coletados pelas pesquisas ou observações, de uma conjectura: a de que "tendências anteriores continuam a se manifestar de maneira

aproximadamente estável, ou de que não variarão muito — pelo menos durante o período imediatamente subsequente".⁴⁷ Esta conjectura não é obtida estatisticamente, mas é, justamente, uma hipótese necessária à previsão estatística. No caso de um lançamento de dados, por exemplo, podemos fazer uma conjectura deste tipo baseados em considerações de simetria, que são independentes de qualquer análise estatística dos resultados dos lances. Neste caso, é uma teoria física que poderá justificar nossas extrapolações estatísticas para futuros resultados do lançamento do dado.⁴⁸

Alega-se também que inferências indutivas possibilitariam a descoberta das causas de um fenômeno a partir de certos dados, sem que seja necessária nenhuma hipótese prévia. Assim, para se conhecer a causa do câncer, bastaria pesquisar a frequência de certos hábitos como fumo, álcool etc. em indivíduos sãos e em indivíduos doentes, procurando então correlações significativas. Entretanto, sem uma hipótese que selecione algumas características consideradas relevantes, haverá um número praticamente infinito de correlações possíveis. Por que não procurar correlações entre câncer e o número de horas de sono, o bairro em que o indivíduo mora, suas preferências musicais, o fato de usar óculos ou não, o mês de nascimento, etc.? Se algumas dessas correlações nos parecem absurdas, é porque já temos uma idéia inicial — ou algo análogo a uma hipótese ou teoria —, mesmo vaga, a respeito do que é ou não relevante. A partir desta hipótese, podemos então reali-

zar testes estatísticos para eliminar certas correlações. Mesmo neste caso, contudo, as correlações estatísticas possuem ainda uma limitação mais séria: elas não correspondem necessariamente a relações de causa e efeito.

Suponhamos que se descubra uma correlação positiva entre o hábito de fumar e o baixo desempenho nos estudos. Uma possível explicação para esta correlação seria que o fumo prejudica o desempenho escolar, por influir, talvez, negativamente na memória ou na capacidade de raciocínio. Mas esta não é a única explicação possível. Podemos dizer também que os estudantes que, por outros motivos, tiram notas baixas, ficam tensos e por isso tendem a fumar mais. Finalmente, há ainda uma terceira explicação: talvez algum aspecto da personalidade — uma maior insegurança, por exemplo — predisponha, independentemente, para o fumo e para o baixo desempenho escolar. Assim, supondo que dois eventos A (fumo) e B (desempenho escolar) estejam correlacionados. A pode ser a causa de B, B pode ser a causa de A e ainda um outro fator, X, pode ser a causa de ambos. Essas três hipóteses podem ser representadas da seguinte maneira: $A \rightarrow B$, $B \rightarrow A$ e $X \Rightarrow \begin{smallmatrix} A \\ B \end{smallmatrix}$, e qualquer uma dessas relações causais explicaria a correlação encontrada.

Esse argumento não tem apenas importância teórica, sendo utilizado também pelos fabricantes de cigarro, quando argumentam que a correlação entre fumo e câncer de pulmão não prova que o fumo provoque câncer. Eles podem dizer, por exemplo, que indivíduos naturalmente mais tensos

teriam maior tendência a fumar e também por serem mais tensos contrairiam câncer mais facilmente — por uma queda nas defesas naturais, por exemplo.

Limitações deste tipo não são exclusivas dos testes estatísticos. Não podemos afirmar, com certeza, que encontramos a verdadeira causa de um fenômeno. Entretanto, podemos testar de forma independente nossas conclusões. No caso da moeda, por exemplo, podemos calcular a posição do centro de gravidade, procurando algum desvio que justifique a rejeição da hipótese nula. No caso da correlação entre fumo e câncer, podemos realizar outros experimentos, demonstrando que a chance de contrair câncer aumente de acordo com o número de cigarros consumidos diariamente, com a idade em que se começa a fumar, com o fato de se tragar muito ou pouco, etc. Poderíamos ainda comparar fumantes e não fumantes em relação a muitas outras variáveis, como idade, sexo, raça, educação, ocupação, pressão alta, consumo de álcool, tensão nervosa, etc.

Pesquisas desse tipo foram efetivamente realizadas, formando-se grupos de controle e grupos experimentais que apresentavam uma dessas características em comum, e que diferiam apenas pelo fato de fumarem ou não. Novamente houve uma percentagem maior de câncer entre fumantes, isto é, pessoas tensas que fumavam tinham maior propensão a terem câncer do que pessoas tensas não fumantes. É claro que as companhias de cigarro poderiam argumentar que algum outro fator, ainda desconhecido, estimule o fumo e,

ao mesmo tempo, provoca câncer. Afinal, o número de correlações que podemos testar é praticamente infinito!

No entanto, apelar simplesmente para algum fator desconhecido, sem dar indicações de como testá-lo, significa empregar uma hipótese vaga e incapaz de contar com o apoio experimental ou de ser refutada. O que as companhias de cigarro deveriam fazer seria indicar com maior precisão um fator que pudesse ser testado. Este fator teria ainda de dar conta de todos os resultados experimentais, explicando por que a correlação aumenta com o número de cigarros consumidos, com a maior ou menor inalação da fumaça, etc.

Para um indutivista, todas essas correlações aumentam a probabilidade do cigarro ser responsável pelo câncer de pulmão. Para um não indutivista, como veremos adiante, isto significa que esta hipótese passou por testes severos, isto é, foi corroborada e, portanto, pode ser aceita até que outra hipótese melhor seja proposta.

Há ainda um outro motivo que apóia a conexão fumo-câncer de pulmão. Como vimos no capítulo anterior (em 4.3.3), generalizações empíricas do tipo "há uma correlação entre fumo e câncer" não dependem somente de apoio empírico, obtido neste caso a partir de testes estatísticos. Há também um apoio mais profundo, vindo de leis e teorias representacionais, que buscam a causa e os mecanismos ocultos dos fenômenos. Na verdade, já dispomos atualmente de

uma teoria que explica a ação cancerígena do fumo em função de alterações provocadas no código genético por determinadas substâncias presentes no cigarro — o câncer se manifesta justamente quando certos genes se alteram. A partir deste momento, as correlações entre fumo e câncer passam a contar com o apoio de uma teoria mais geral, mais profunda e de maior poder explicativo, que explica inclusive por que outros fatores — como certos vírus, radiações e poluentes — também podem provocar câncer. Todos esses fatores são capazes de provocar alterações no código genético de um indivíduo.

De toda esta discussão pode-se tirar duas conclusões importantes. A primeira, de ordem prática, é que fumar é péssimo para a saúde, não somente devido aos riscos de contrair câncer de pulmão, mas também devido a uma série de outros danos provocados ao aparelho respiratório e circulatório. Esta conclusão não foi estabelecida apenas a partir de correlações estatísticas, mas sim a partir de teorias que explicam os mecanismos profundos desses processos. A segunda conclusão, mais intimamente ligada às condições de progresso da ciência, é que, a partir de certo momento da pesquisa, torna-se mais importante desenvolver a atividade teórica, buscando teorias e hipótese profundas para explicar um fenômeno, do que realizar testes estatísticos para confirmar indutivamente uma generalização.⁴⁹

5.2.5. Testes rigorosos e observações mais precisas - medi da

Em uma frase que ficou famosa, Lord Kelvin afirmou que somente quando podemos medir aquilo de que falamos é que sabemos algo a seu respeito; caso contrário, nosso conhecimento é escasso e insatisfatório.⁵⁰ Vimos que Galileu demonstrou igual ênfase ao afirmar que o livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos. Realmente, em ciências naturais nos vemos envolvidos em uma avalanche de números: a natureza é concebida, cada vez mais, em termos quantitativos. Mas por que esta busca pela medida?

Um médico pode, em certos casos, descobrir quando um paciente está anêmico por meio de sintomas como fraqueza, palidez, sensação constante de cansaço, etc. Mas o número de hemácias e a quantidade de hemoglobina fornecem uma informação muito mais precisa, diminuindo a possibilidade de um diagnóstico errado. Além disso, ele saberá não apenas que o paciente está anêmico, mas também o grau e o tipo de anemia — informações que poderão influir decisivamente no tipo de tratamento que será ministrado. Pelo mesmo motivo, um médico não se satisfaz em saber que um paciente está "mais quente que o normal": ele quer saber a temperatura exata do doente.

Esses exemplos mostram que as observações e os testes quantitativos tornam os conceitos mais precisos e nos dão mais informações sobre os fenômenos. A medida con

tribui igualmente para a constante busca de objetividade por parte do cientista. A percepção da mãe que sente estar seu filho mais quente que o normal depende de sua maior ou menor sensibilidade a variações de temperatura, da temperatura de seu próprio corpo, e até de fatores de ordem psicológica, como uma maior ou menor preocupação com a saúde do filho. Se somarmos a isso a incapacidade de nossos órgãos dos sentidos em fornecer uma avaliação quantitativa da temperatura, é fácil compreender que aquilo que uma pessoa considera "muito quente" poderá ser considerado "pouco quente" por outra pessoa. O termômetro, sem dúvida, ampliou nossa capacidade de percepção, tornando-nos capazes de, indiretamente, avaliar melhor essas propriedades. Além disso, a temperatura medida por este instrumento independe das características pessoais de cada indivíduo. Portanto, a mensuração aumenta a objetividade de uma observação, permitindo que ela seja repetida, isto é, testada intersubjetivamente. Desse modo, conseguimos um maior controle sobre os fatores que interferem no experimento, minimizando assim nossa chance de erro.

Vimos anteriormente (em 5.1.4) que uma previsão quantitativa, como a de que um fio de cobre se dilatará de um milímetro quando sua temperatura aumentar de 20°C , corre um risco maior de ser refutada do que a afirmação de que o fio simplesmente se dilata quando aquecido. Suponhamos então que realizemos a experiência em questão, e constatemos, por simples inspeção visual, que o fio se di

latou. Esta experiência não é de todo desprezível: o fio poderia ter se contraído, o que teria refutado a hipótese. Contudo, a observação quantitativa, ou seja, a mensuração fornecerá um teste muito mais rigoroso, uma vez que a dilatação observada pode não ter correspondido aos valores previstos pela lei. Portanto, assim como leis quantitativas são melhores que leis qualitativas, os melhores experimentos ou observações são aqueles capazes de fazer uma lei ou teoria correr mais risco de ser refutada. E é justamente isto o que uma observação quantitativa faz.

A mensuração não é um processo simples, mecânico e direto, que antecede as leis e teorias científicas. Esta concepção é errônea, pois parte do princípio de que a ciência começa com a coleta pura e simples de dados. Nas ciências mais desenvolvidas, são as teorias que sugerem a existência dos fenômenos, entidades ou propriedades — como ondas, campos, etc. — a serem medidos. E também através de teorias que conceituamos melhor estes fenômenos, estabelecendo, por exemplo, sua natureza escalar ou vetorial. Como diz Bunge,

"... a quantificação não elimina os objetos físicos, (...) não substituímos coisas por números, mas associamos números a conceitos que representam propriedades de coisas".⁵¹

Assim, após elaborarmos um conceito quantitativo de propriedades como comprimento de onda, intensidade de campo etc., temos de construir escalas, definir unidades e padrões, estabelecer as operações matemáticas adequadas

— estipulando, por exemplo, as regras de adição de medidas — e, finalmente, construir instrumentos apropriados à mensuração. Em todas estas etapas, temos de nos valer tanto de teorias como do experimento.

Apesar de a escolha da unidade adotada ser convencional, o objeto ou fenômeno escolhido para servir como padrão deve ser preciso, estável e capaz de ser reproduzido, de modo a permitir comparações objetivas sempre que for necessário. Neste caso, considerações teóricas também são importantes. Atualmente, o metro é definido como igual a 1.650.763,73 vezes o comprimento de onda de radiação dos átomos de criptônio-86, pois o comprimento de onda deste mineral não sofre, até onde nossos conhecimentos indicam, distorções inevitáveis, que ocorreriam, com o passar do tempo, na barra-padrão de platina inicialmente adotada.

Do mesmo modo, o movimento da Terra deixou de ser considerado um padrão adequado para a medida de tempo depois que descobrimos que seu movimento de rotação está sendo lentamente diminuído pela ação das marés. Por isso, preferimos dizer que em um segundo há 9.192.631.770 vibrações do último elétron do átomo de césio-133, porque, segundo os princípios da mecânica quântica, este período não é afetado por qualquer fator conhecido.⁵²

Para decidirmos que operações matemáticas podem ser realizadas entre duas ou mais grandezas, teremos de nos valer novamente tanto da teoria como do experimento.

Embora o comprimento de dois fios justapostos possa ser obtido pela simples soma aritmética do comprimento de cada fio, em outros casos esta adição não irá corresponder ao que ocorre na realidade. Por exemplo, dois volumes de hidrogênio reagem com um volume de oxigênio produzindo dois volumes de água e não três, de acordo com a equação $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Da mesma forma, a temperatura final de uma mistura de dois líquidos com temperaturas iniciais diferentes não é a soma dessas temperaturas, mas um valor intermediário entre ambas. Como vemos, nem sempre a adição de eventos ocorre de acordo com a adição aritmética. A descoberta da operação correta pode, às vezes, ser antecipada pela teoria e deverá sempre ser testada experimentalmente. Mesmo assim, novas teorias podem nos levar a reformular as regras para essas operações.

Assim, ainda que pareça óbvio que velocidades relativas com mesma direção e sentido possam ser somadas, a teoria da relatividade demonstra que isto não é verdadeiro. Se, por exemplo, um avião decolar de um porta-aviões em movimento, ambos com o mesmo sentido, sua velocidade em relação a um observador na terra (V_1) não é a soma da velocidade em relação ao porta-aviões (V_2) mais a velocidade deste em relação ao observador (V_3) como prevê a física clássica. A fórmula correta para calcular a velocidade relativa do avião em relação ao observador será

$$V_1 = \frac{V_2 + V_3}{1 + \frac{V_2 V_3}{c^2}}$$

e, neste caso, ela será menor que a calculada pela regra de adição. Para nossos meios de transportes atuais, com velocidades muito pequenas em relação à da luz, o desvio será desprezível em termos práticos, pois $V_1 V_2 / c^2 \approx 0$. Mas, para velocidades próximas à da luz, ele será significativo e, no caso destas duas velocidades serem iguais à da luz — surpreendentemente para o senso comum —, a velocidade do avião em relação ao observador será também a da luz, como se pode demonstrar substituindo-se na fórmula V_1 e V_2 por c .⁵³

No caso de fenômenos observáveis — corrente elétrica, temperatura etc. —, temos de construir instrumentos que interajam com o sistema medido de modo a se conseguir um efeito observável, como o movimento de um ponteiro ou o deslocamento do mercúrio através de uma escala. Esta interação tem de ser calculada de modo a se estabelecer uma correspondência, através de leis e teorias, entre o efeito observável e o que está sendo medido. No caso de um termômetro, usaremos a lei da dilatação. No caso de medida de intensidade da corrente elétrica, podemos usar a teoria eletromagnética, que nos permite calcular o desvio de uma agulha magnética próxima à corrente.⁵⁴

Surge aqui um outro problema: é difícil medir algum sistema sem provocar nele alguma alteração, causada pela troca de energia entre ambos. Neste caso, procuramos fazer com que este efeito seja desprezível, ou então temos de descobrir meios de calculá-lo para fazer a corre-

ção necessária. Como diz Bunge:

"Nos casos de medição da corrente elétrica, os movimentos de agulha magnética induzem uma corrente nova no circuito que, por sua vez, produzirá um pequeno deslocamento adicional da agulha. Esperamos que essa corrente adicional seja muito pequena comparada com a corrente inicial ou, ao menos, que essa parte do efeito seja calculável, de tal modo que possamos inferir o valor da corrente inicial quando não a estamos medindo. Na realidade, este valor da corrente real, sem perturbação, não se pode conseguir mediante mera adição, mas apenas com ajuda da teoria."⁵⁵

Esta interferência do instrumento de medida torna-se excepcionalmente relévente ao nível atômico. Segundo um dos princípios da mecânica quântica — o princípio da incerteza, formulado pelo físico Werner Heisenberg —, quanto mais precisa for a medida da posição de um elétron, menor a precisão obtida na medida de sua quantidade de movimento (que é o produto da massa do elétron pela velocidade). O experimento imaginário a seguir, idealizado pelo próprio Heisenberg, permite uma melhor compreensão deste princípio.

Assim como uma onda do mar é capaz de passar por uma pessoa que está boiando na praia, uma onda luminosa é capaz de contornar o elétron, como se ele não existisse. Em outras palavras, o comprimento do elétron é muito menor que o comprimento de onda da luz comum, e, portanto, ela o contorna facilmente. Por este motivo, objetos das dimensões de um elétron jamais poderão ser vistos com auxílio de microscópios que usam a luz comum.

Suponhamos, porém, que utilizássemos uma radiação suficientemente curta para esbarrar no elétron e que, ao se refletir, nos permitisse tirar uma "fotografia" capaz de revelar sua posição em determinado momento. No entanto, quanto menor o comprimento de onda de uma radiação, maior sua quantidade de energia, e, conseqüentemente, o impacto da radiação desviaria o elétron, fazendo-o seguir uma trajetória com direção e velocidade desconhecidas. Isto quer dizer que quanto mais precisa for nossa medida da posição de um elétron, mais incertos serão os dados relativos à sua quantidade de movimento. De modo inverso, embora ondas de pouca energia não causem grandes distúrbios na quantidade de movimento e possibilitem uma informação mais precisa desta grandeza, elas darão pouca ou nenhuma informação sobre a posição do elétron no instante da medição.⁵⁶

A avaliação dos resultados da medida envolve, quase sempre, o uso de técnicas estatísticas, pois as medidas repetidas de uma grandeza, bem como aquelas feitas com técnicas diferentes, dificilmente fornecem resultados exatamente iguais. Quando os desvios entre o valor previsto e as diversas medidas se distribuem simetricamente em torno de um valor médio, podemos suspeitar que se trata de desvios aleatórios, ou erros de medida, causados pela interferência de fatores não controlados, devidos ao observador, aos instrumentos ou às demais condições em que a operação se realiza. Quando afirmamos, por exemplo, que o

comprimento de um fio \bar{e} de $2,0 \pm 1$ cm, isto significa que o verdadeiro valor do comprimento deve estar entre 1,9 e 2,1 cm e que as diferenças entre os valores medidos e o valor médio de 2,0 cm se distribuem, simetricamente, em torno deste valor.

Uma hipótese só poderá ser refutada se a diferença entre o valor previsto e o valor médio obtido em uma série de mensurações for maior que a margem de erro estabelecida de antemão. Este procedimento é semelhante ao utilizado no teste de hipóteses estatísticas: consideramos como altamente improvável que os desvios que se afastam significativamente do valor esperado sejam causados por fatores aleatórios. Em vez disso, decidimos que esta hipótese, que corresponde à hipótese nula, foi refutada. Assim, embora a estatística não elimine a incerteza da medida, ela torna esta incerteza mais precisa.⁵⁷

Mas suponhamos que o valor médio obtido na mensuração seja significativamente diferente do valor previsto pela hipótese testada. Podemos considerar que a hipótese foi refutada?

Como veremos a seguir, quando há um choque entre os resultados de um teste e a hipótese testada, temos de procurar o "culpado" por esta contradição. Pode ser que a hipótese seja falsa, mas pode ser também que alguma hipótese ou teoria utilizada na construção do experimento não seja correta: o instrumento pode, por exemplo, gerar ca-

lor, provocando um aquecimento e uma deformação significativa no objeto medido. Talvez o próprio cientista esteja procedendo de forma incorreta durante a operação de medida. Enfim, há uma série de fatores que podem provocar o que chamamos de erro sistemático, que faz com que o resultado obtido se desvie sistematicamente do resultado previsto. Neste caso, como poderemos saber se esta discrepância se deve a um erro de medida ou se ela efetivamente refuta a hipótese testada?

Para resolver esse problema, temos de apelar para testes independentes, ou seja, devemos testar as hipóteses e teorias com auxílio de outras técnicas distintas daquelas que foram utilizadas na construção do instrumento de medida e no preparo e avaliação do experimento. Da mesma forma, devemos testar nossas técnicas e nossos instrumentos de medidas em outras hipóteses e teorias diferentes das que estão sendo testadas. No entanto, veremos que mesmo a utilização de testes independentes não elimina o caráter conjectural do conhecimento científico.

5.3. Avaliando as teorias científicas

Se quisermos testar uma teoria temos de realizar um experimento. Mas para planejar, executar e avaliar os resultados do experimento são necessárias muitas hipóteses e teorias auxiliares, além da teoria principal que está sendo testada. Quando há um conflito entre a previsão e os resultados do teste, onde estará o "culpado"? A teo

ria principal é falsa ou as hipóteses e teorias auxiliares é que não são confiáveis?

Por que a teoria de Newton é melhor que a de Kepler e inferior à de Einstein? Dispomos de critérios racionais e objetivos para esta avaliação? Nossas teorias apenas nos indicam novos fenômenos e problemas ou também nos conduzem para mais perto da verdade?

Estas questões não têm uma resposta fácil. Assim como nossas teorias são sempre conjecturais, os critérios filosóficos e metacientíficos de avaliação de teorias poderão ser sempre discutidos, criticados e melhorados. Nem Popper nem qualquer outro filósofo da ciência são os donos da verdade ou estão imunes ao erro.

5.3.1. Uma teia de hipóteses e teorias

Cometas já foram considerados entidades misteriosas, cuja aparição nos céus prenunciava catástrofes. Em 1695, porém, o jovem astrônomo Edmond Halley deduziu, a partir da teoria da gravitação e da mecânica newtonianas, que a órbita de determinado cometa deveria formar uma elipse ao redor do Sol, levando cerca de 75 anos para uma volta completa. Ele previu então que, por volta de dezembro de 1758, o cometa deveria passar novamente por perto da Terra, quando seria visível. Halley morreu em 1743 e a 25 de dezembro de 1758 o cometa reapareceu, recebendo então o nome de cometa de Halley.⁵⁸ A teoria de Newton acabava de sair-se admiravelmente bem em mais um teste. Mas,

e se o cometa não reaparecesse ou então se o fizesse apenas dois ou três anos depois? A teoria de Newton teria sido refutada?

A avaliação de uma teoria em função dos resultados de um experimento é ainda mais complicada que a avaliação de hipóteses. Além das condições iniciais, temos ainda um emaranhado de teorias que pode ser difícil de deslindar.

Para fazer sua previsão, Halley não utilizou apenas as leis de Newton, mas também a posição e a velocidade do cometa, calculadas quando de sua aparição no ano de 1682. Estas são as condições iniciais do fenômeno, isto é, os fatos ou acontecimentos presentes no início da observação ou experiência que, supostamente, são relevantes para a previsão. Entretanto, poderia ter havido algum erro nesses cálculos. Ou então, a própria seleção do que é ou não relevante poderia ter sido equivocada. Halley desprezou a influência de Júpiter, por exemplo, supondo que ela era muito pequena e que não influenciaria de forma sensível o movimento do cometa. Talvez ele estivesse enganado a respeito desta influência. Além disso, Netuno e Plutão, que ainda não tinham sido descobertos, poderiam exercer uma influência não desprezível sobre a trajetória do cometa.⁵⁹ Portanto, se a previsão não se cumprisse, não poderíamos afirmar, categoricamente, que a teoria de Newton teria sido refutada.

Como vemos, a determinação das condições iniciais e do que é ou não relevante envolve, além da teoria, hipóteses adicionais, e qualquer uma destas hipóteses poderia ser responsável pelo fracasso da previsão. Como diz Popper,

"se abandonarmos facilmente uma teoria em face de uma refutação, jamais descobriremos todas as suas potencialidades".⁶⁰

No capítulo anterior (em 4.4.4), vimos que as teorias representacionais se valem de conceitos como carga elétrica, campo, etc., que, embora pretendam se referir a coisas reais, não podem ser diretamente observados por nossos órgãos dos sentidos. Esses conceitos, juntamente com o sistema de leis, formam o núcleo central ou as suposições fundamentais da teoria. Este núcleo só pode ser testado com auxílio de hipóteses adicionais, que relacionem os conceitos teóricos e acontecimentos observáveis.⁶¹

Além disso, essas hipóteses também são necessárias para aproximar o modelo teórico da situação experimental. Assim, ao testarmos a lei da inércia (um corpo permanece em repouso ou se move em linha reta, com velocidade constante, quando nenhuma força atua sobre ele), colocamos um objeto de pequeno volume (para diminuir a resistência do ar) sobre um disco de alumínio, que será posto para deslizar sobre uma camada de gelo seco. Desta forma, diminuimos muito a força de atrito e reproduzimos aproximadamente a situação ideal prevista pela lei. Do mesmo modo, para testarmos leis que valem para sistemas termicamente isolados — isto é, que não trocam calor com o ambiente —, construímos a-

parelhos (calorímetros), que, à semelhança de garrafas térmicas, perdem ou ganham muito pouco calor do ambiente. Assim, conceitos como o de substâncias puras, corpos perfeitamente rígidos e populações formadas por indivíduos que se cruzam ao acaso são testados através de experimentos que apenas se aproximam dessas condições ideais.⁶² Em todos esses casos, alguma suposição adicional à teoria pode ser a responsável pelo fracasso da previsão.

Não podemos esquecer também que, no momento em que os dados são registrados por instrumentos, certas teorias auxiliares vêm se juntar às hipóteses adicionais na elaboração do experimento. Quando um químico analisa as imagens obtidas por difração de raio X, para, por exemplo, testar previsões acerca da estrutura de uma macromolécula, ele utiliza a teoria eletromagnética, que fornece o comprimento de onda desta radiação, e a teoria fotoquímica, empregada na construção de chapas fotográficas. Com auxílio destas teorias, relacionamos um fenômeno que não pode ser observado diretamente — a difração de raio X — com efeitos observáveis, no caso, as manchas na chapa fotográfica.⁶³

Finalmente, a elaboração e a avaliação do teste contam ainda com a participação de teorias matemáticas e estatísticas, utilizadas na formação de grupos de controle, construção de gráficos, análise de erros de medida, etc.

Se o resultado do teste concordar com a previsão, podemos dizer que a teoria principal, acompanhada de todas as hipóteses e teorias auxiliares, é compatível com a evidência; se o teste for severo, diremos que ela ganhou corroboração, como veremos adiante (em 5.3.4). No caso de dados quantitativos e de hipóteses estatísticas, a concordância não precisa ser exata, mas deve estar contida dentro de um desvio ou erro experimental considerado tolerável. Podemos dizer também que a teoria foi "confirmada", ou "verificada", desde que estes termos sejam utilizados com as restrições feitas no Capítulo III (onde vimos que confirmações não provam que uma teoria seja verdadeira, nem que sua probabilidade tenha aumentado). Como diz Bunge, os cientistas "não computam graus de confirmação: o conceito usual de confirmação é comparativo e não quantitativo".⁶⁴

O problema começa quando os dados não concordam com o que foi previsto. Neste caso estamos diante de uma contradição entre a previsão e a evidência e, se quisermos que nossa teoria diga alguma coisa acerca do mundo, temos de eliminar a contradição, corrigindo as hipóteses auxiliares ou a teoria.

Portanto, problemas, contradições, erros e refutações são importantes para o progresso da ciência e do conhecimento. Mas, como diz Popper, as contradições são férteis e produzem progresso enquanto temos a determinação de não aceitar qualquer contradição, modificando as

teorias que sejam contraditórias.⁶⁵ No entanto,

"... se mudarmos de atitude e passarmos a aceitar as contradições, elas perderão imediatamente sua fertilidade e deixarão de provocar o progresso intelectual. De fato, se estivéssemos preparados para conviver com as contradições, o caráter contraditório das nossas teorias não nos induziria mais a alterá-las. Em outras palavras, toda a crítica (que consiste em identificar contradições) perderia sua força."⁶⁶

Já no início do século, o filósofo Pierre Duhem (1861-1916) afirmava que nunca testamos uma hipótese isolada; é sempre um conjunto de hipóteses que comparecem ao "tribunal" da experiência.⁶⁷ Mas, como vimos anteriormente (em 5.1.2), a refutação indica apenas que uma das hipóteses (pelo menos) deve ser falsa e, portanto, tem de ser corrigida - mas não nos diz qual delas o é. O chamado problema de Duhem consiste justamente em encontrar a hipótese "responsável pelo fracasso" para substituí-la por outra melhor.⁶⁸

Às vezes usamos teorias sem delas nos darmos conta, como no conhecido teste da curvatura da Terra pela observação de um navio que se afasta do porto. Como mostra o lógico Irving Copi, a observação de que o convés de um barco desaparece antes do mastro não é, na realidade, suficiente para refutar a afirmação de que a Terra é plana. O mesmo efeito seria observado se a Terra fosse plana, mas se os raios luminosos não se propagassem em linha reta, como podemos observar na figura 11.⁶⁹ O teste indica apenas que pelo menos uma das duas hipóteses — a de que a Terra é plana e a de que os raios se propagam em linha re

ta - é falsa.

Pode-se argumentar que para resolver esse problema basta submeter algumas dessas hipóteses a outros testes. A sombra da Terra projetada sobre a lua durante os eclipses, a circunavegação e as fotos obtidas por satélites indicam que a forma de nosso planeta é aproximadamente esférica. Entretanto, em qualquer teste estaremos sempre utilizando teorias ou, no caso de observações "diretas", algo análogo a teorias — por exemplo, as interpretações fornecidas por nosso sistema neurossensorial dos dados que nos chegam do ambiente.

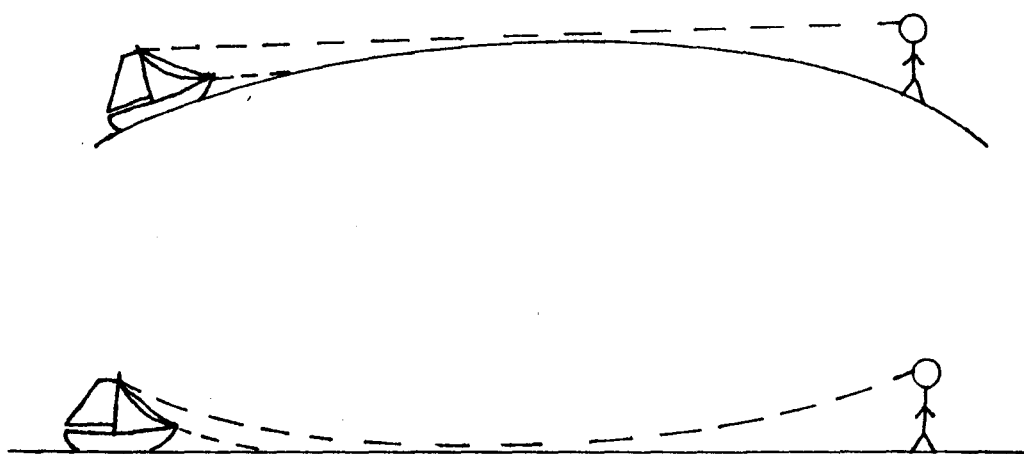


Figura 11. Duas hipóteses diferentes para explicar o fato do convés do barco desaparecer antes do mastro (segundo Irving Copi)

5.3.2. Procurando o culpado — os testes independentes

A história da ciência nos dá vários exemplos da resistência da comunidade científica a experimentos que põem em cheque teorias "veteranas". Assim, a teoria do flogístico, vista anteriormente (em 5.1.3), era capaz de explicar fenômenos como a combustão e a calcinação, e obteve sucesso em várias de suas previsões. Após o experimento de Lavoisier, os defensores dessa teoria simplesmente modificaram algumas hipóteses adicionais para acomodar o aumento de peso, observado após a calcinação, com a suposta perda do flogístico. Alguns sugeriram que o flogístico tinha um peso negativo, outros que o aumento de peso foi devido a "partículas de fogo" que atravessaram o recipiente e aderiram ao metal calcinado. Entretanto, embora esta batalha tenha demorado mais de 20 anos, a reformulação das hipóteses adicionais não teve sucesso, e a teoria acabou substituída pela moderna teoria da combustão.

O mesmo não ocorreu, porém, no caso da anomalia de Urano, vista no primeiro capítulo (em 1.2.5). A hipótese de que havia apenas seis planetas foi modificada pela suposição de que um planeta desconhecido era o responsável pela anomalia. Com a descoberta de Netuno, a contradição foi resolvida sem que se alterasse a teoria newtoniana. Assim como um detetive — à luz de certas hipóteses — tem alguns suspeitos principais, a procura do culpado pela refutação não precisa ser aleatória, mas sim guiada por outras hipóteses e teorias. Pode-se, inicialmente, sus

peitar de instrumentos e técnicas utilizados no experimento, principalmente se forem novidades pouco testadas ou se desconfiarmos de que algum fator não foi controlado.

É possível, por exemplo, que a amostra inicialmente utilizada por Lavoisier contivesse alguma impureza, ou então que ele tivesse feito algum erro de medida por descuido pessoal ou por usar instrumentos deficientes. Por isso, seria necessário que outros cientistas pudessem repetir a experiência. Isso, porém, só seria possível se Lavoisier afirmasse que seu resultado não valia apenas para aquela amostra específica de mercúrio, mas para qualquer outra amostra do elemento mercúrio. Assim, o enunciado básico que descreve a ocorrência e que é capaz de refutar a hipótese testada é, na realidade, outra hipótese geral, do tipo "o elemento mercúrio aumenta de peso quando calcinado". Somente assim este enunciado poderia ser testado e, se outra amostra de mercúrio não fornecesse resultados semelhantes aos de Lavoisier (dentro da margem de erro estabelecida), poderíamos atribuir esta ocorrência isolada à interferência de algum fator desconhecido e não controlado, como, por exemplo, um erro de medida, que seria então pesquisado. Se os resultados se repetirem, mesmo após algumas poucas experiências, eles serão provisoriamente aceitos. A repetição, portanto, não visa aumentar a probabilidade da hipótese ser verdadeira, e sim descobrir se alguma variável oculta está influenciando nos resultados do teste. Portanto, como diz Popper,

"... ocorrências particulares não suscetíveis de reprodução carecem de significado para a ciência. Assim, uns poucos enunciados básicos dispersos, e que contradizem uma teoria, dificilmente nos induzirão a rejeitá-la como falseada. Sô a consideraremos falseada se descobirmos um efeito suscetível de reprodução que refute a teoria. Em outras palavras, somente aceitaremos o falseamento se uma hipótese empírica de baixo nível, que descreva esse efeito, for proposta e corroborada. A essa espécie de hipótese cabe chamar de hipótese falseadora".⁷⁰

Como nunca podemos garantir que a hipótese falseadora seja verdadeira — mesmo que ela tenha um baixo nível de generalização, pouco se afastando do observável —, concluimos que os resultados de qualquer teste devem, por sua vez, ser testados.

Após checarmos o experimento, podemos começar a procurar o "culpado" por alguma hipótese auxiliar, principalmente se esta tiver sido projetada para o experimento em questão ou se não tiver sido suficientemente testada.⁷¹ Neste caso, podemos submetê-la a testes independentes, que não tenham como pressuposto a teoria principal. Assim, a hipótese da propagação retilínea da luz, aceita implicitamente no teste da esfericidade da Terra, pode ser testada através da formação de sombras, passagem por orifícios alinhados, etc., que não dependem de esfericidade ou não da Terra. Neste caso, não apenas os testes mas também a teoria ondulatória da luz apóiam a propagação retilínea da luz, pelo menos nas circunstâncias de observação do navio.

Um exemplo famoso em que uma teoria escapou à refutação pela alteração de uma hipótese auxiliar ocorreu

em 1862, quando o físico William Thompson (1824-1907), mais conhecido como Lord Kelvin, levando em conta as dimensões de nosso planeta, sua velocidade de esfriamento e a quantidade de calor recebida do Sol, calculou que a Terra deveria ter se formado entre 25 e 400 milhões de anos atrás.⁷² Este cálculo constitui-se então em um forte argumento contra a teoria da evolução de Darwin. Todos concordavam, inclusive o próprio Darwin, que era muito pouco tempo para que, através de um mecanismo lento como o da seleção natural, surgisse toda a imensa variedade de espécies de nosso planeta. Mas os cálculos de Kelvin pareciam perfeitos, e nem Darwin nem os físicos tinham como refutá-los.

Entretanto, no início deste século, descobriu-se que os elementos radioativos liberavam calor à medida que se desintegravam. Um fator relevante tinha ficado de fora nos cálculos de Kelvin. Novos cálculos foram feitos e o resultado foi substancialmente diferente: a idade da Terra é estimada hoje em cerca de 4,5 bilhões de anos, tempo considerado suficiente para a evolução darwiniana ocorrer.⁷³

Devido à incerteza inerente a qualquer teoria auxiliar, os cientistas procuram, sempre que possível, testar a mesma hipótese através de técnicas diferentes, que envolvem teorias distintas. Assim, a idade de um fóssil pode ser calculada através da transformação de vários elementos radioativos, cada um com velocidade de decaimento

diferente. Ou ainda através de técnicas baseadas em teorias completamente independentes, como a análise da sequência de aminoácidos de uma proteína, por exemplo. Como veremos adiante, estes testes independentes somente poderão ser efetuados, se for possível deduzir da hipótese testada outras consequências diferentes do fato que ela pretende explicar. Como afirma Bunge,

"o descobrimento do(s) culpado(s) é (...) possível através de testes independentes — ou seja, testes que contenham todas as suposições específicas menos a suposição suspeita — e também, caso seja possível, através de testes que contendam apenas a suposição suspeita e nenhum dos demais membros do conjunto testado."74

O mesmo procedimento pode ser aplicado à teoria principal. Tentamos submetê-la a outros testes com auxílio de hipóteses e teorias auxiliares independentes das que foram utilizadas no primeiro experimento. Em relação à esfericidade da Terra, por exemplo, a circunavegação funciona como um teste que independe da propagação retilínea da luz. Do mesmo modo, se examinarmos uma célula ao microscópio eletrônico e observamos algo novo, como uma pequena mancha perto do núcleo, talvez tenhamos descoberto uma nova estrutura celular. Porém, é também possível que a mancha tenha sido produzida pelas técnicas utilizadas para preparar a célula para observação ao microscópio eletrônico.

Um caminho possível seria utilizar outros tipos de microscópio ou outras técnicas, como a auto-radiografia,

ultracentrifugação etc., para detectar ou analisar a composição química da estrutura observada. Novamente, como nas hipóteses auxiliares, isto só será possível se a hipótese ou teoria testada for rica de conteúdo e capaz de prever novos fatos. Desse modo, os testes independentes permitem que cada axioma da teoria seja testado e criticado separadamente. Podemos começar pelos axiomas mais específicos e recentes da teoria que, provavelmente, foram menos testados, partindo-se depois para os mais antigos e amplos.⁷⁵

Suponhamos, contudo, que não seja possível realizar testes independentes, ou que nenhum erro seja descoberto entre as hipóteses adicionais e as teorias auxiliares, enfim, que a contradição não consiga ser eliminada. Era esta a situação da teoria da evolução de Darwin diante não apenas dos cálculos de Lord Kelvin, mas também de uma série de questões não resolvidas, como o mecanismo de transmissão das características hereditárias e o aparecimento de novidades evolutivas (na época desconheciam-se as leis de Mendel e a mutação). A teoria da gravitação de Newton enfrentava o mesmo tipo de situação frente às irregularidades do planeta Mercúrio.

Em casos como estes, temos de aguardar que alguma nova teoria brote da imaginação dos cientistas e explique não somente os exemplos refutadores, mas também tudo que a outra teoria explicava com sucesso. Se, além disso, esta nova teoria for capaz de prever fatos novos e passar com

sucesso por estes testes, ela será considerada como um todo — e talvez neste todo tenham de ser incluídas as suposições fundamentais e hipóteses adicionais — superior à teoria antiga.⁷⁶

Como vemos, a avaliação de uma teoria é sempre conjectural e provisória. Não podemos ter certeza se nossa decisão de considerar refutada a teoria, em vez de alguma hipótese adicional, foi correta.⁷⁷ Futuros insucessos podem nos levar a reformular até mesmo as teorias auxiliares que formam um conhecimento de base bem estabelecido, e talvez a nossa avaliação da teoria principal deva igualmente ser reformulada. Portanto, a decisão de se considerar uma hipótese ou teoria refutada, assim como a decisão de aceitar um enunciado de base poderão ser revogadas desde que surjam novas provas contra ambas — do mesmo modo que em um julgamento a decisão de se considerar um réu culpado ou inocente pode ser revogada a qualquer momento, em função de novas evidências.⁷⁸ Mas, como diz Watkins,

"... cabe àquele que contesta apresentar motivos para reabrir a questão (por exemplo, o experimento foi repetido, obtendo-se um resultado diferente; ou uma das hipóteses auxiliares utilizadas foi refutada)".⁷⁹

Concluimos então que a crítica científica deve ser feita por partes. Não podemos criticar de uma vez todo nosso conhecimento — para ser críticos, precisamos de pressupostos. Por outro lado, como qualquer avaliação de

uma hipótese ou teoria — seja ela positiva ou negativa — poderã, no futuro, ser reformulada, estamos diante de um processo que pode nunca ter fim.⁸⁰ Como diz Popper,

"A ciência (...) [assemelha-se] a um edifício construído sobre pilares. Os pilares são enterrados num pântano, mas não em qualquer base natural ou dada. Se deixamos de enterrar mais profundamente esses pilares, não o fazemos por termos alcançado terreno firme. Simplesmente nos detemos quando achamos que os pilares estão suficientemente assentados para sustentar a estrutura — pelo menos por algum tempo."⁸¹

5.3.3. Tentando escapar à refutação — as explicações "ad-hoc"

Certa noite, um grupo de pessoas estava reunido na praça central de uma pequena cidade do interior. O prefeito da cidade havia declarado que tivera um encontro com extraterrestres e que estes lhe garantiram que apareceriam naquela noite na praça central. Entretanto, o dia raiou e, contrariamente ao que costuma acontecer nos filmes de ficção científica, o contato não se deu. Ao ser interpelado, o prefeito respondeu que eles ficaram assustados com a presença de tantas pessoas, e quando alguém lhe perguntou como sabia disso, ele respondeu: "você não viu que eles não apareceram?"

Embora fictícia, esta história exemplifica um modo insatisfatório de argumentar. O prefeito utilizou como evidência para a hipótese de que os extraterrestres estavam assustados justamente aquilo que queria explicar, ou

seja, o fato deles não terem aparecido.⁸² Em vez disso, o prefeito deveria ter apresentado uma outra evidência para sua afirmação. Quando um detetive afirma que a vítima morreu envenenada, ele não defende esta hipótese apelando simplesmente para o fato da vítima estar morta, mas deduz desta hipótese outras conseqüências, que poderão ser testadas de outras formas. Ele poderia deduzir, por exemplo, que, se a vítima morreu envenenada, então a análise do sangue deverá revelar traços do veneno.

Quando uma explicação ou uma hipótese não tiverem nenhuma conseqüência testável, independentemente do fato para o qual foram criadas, dizemos que elas são ad hoc (expressão latina que significa "para este caso", "para isto") e, justamente por isso, estas hipóteses, do mesmo modo que a história do prefeito, ficam protegidas de qualquer refutação.⁸³

Um processo semelhante pode ser feito com teorias científicas. Podemos modificar as hipóteses adicionais de forma ad hoc, introduzindo suposições que restabeleçam a concordância com os resultados do experimento, como fazia Ptolomeu (cerca de 100-165 a.C.) para explicar irregularidades nas órbitas do Sol e dos planetas.

A teoria ptolomaica explicava todos os movimentos aparentes do Sol, da Lua e dos planetas a partir da hipótese de que a Terra se encontrava imóvel no centro da "esfera celeste", com os astros se movimentando em círculos

ao seu redor.⁸⁴ No entanto, como a velocidade angular do Sol não é constante, Ptolomeu imaginava que ele girava em torno de um ponto, formando um círculo — o epiciclo — que, por sua vez, girava em torno da Terra, formando outro círculo — o deferente —, como vemos na figura 12 (à esquerda).⁸⁵

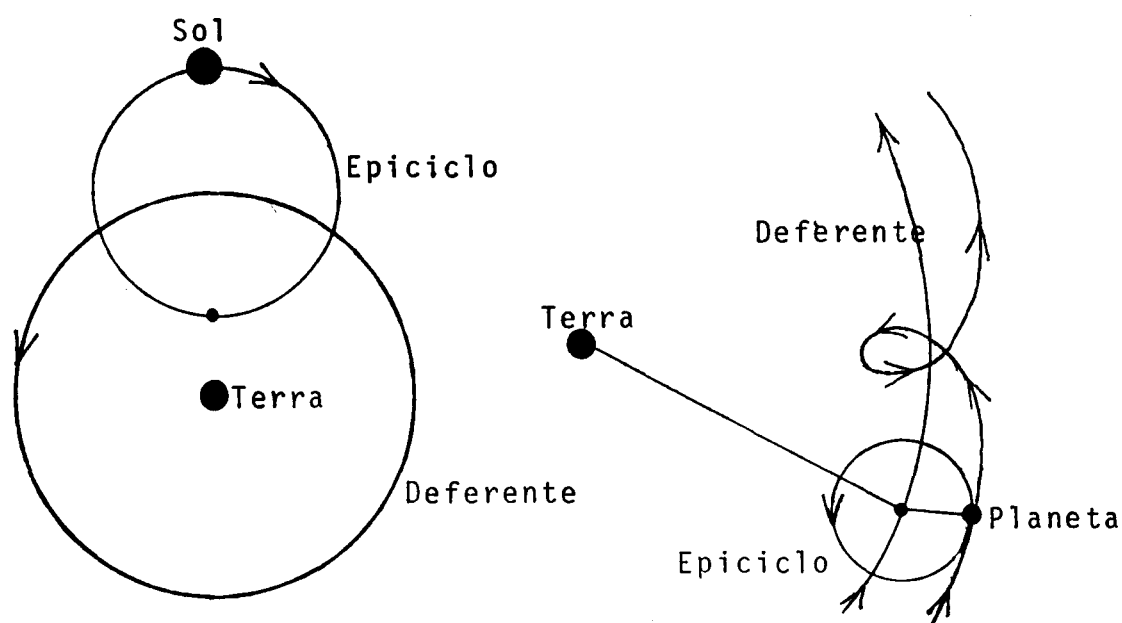


Figura 12. Explicação de Ptolomeu para o movimento do Sol e o movimento de retrogressão dos planetas.

Este artifício permitia explicar também o movimento irregular conhecido como retrogressão, em que um planeta parece voltar atrás em certos pontos de sua trajetória, como vemos na mesma figura 12 (à direita).⁸⁶

Como esses artifícios não eram suficientes para dar conta de todas as anomalias planetárias, Ptolomeu imaginou

então que, no caso de Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, o centro do movimento do deferente não era a Terra, mas era um outro ponto, o equante, escolhido justamente de forma a dar conta das irregularidades específicas desses planetas, como vemos na figura 13 (à esquerda).⁸⁷

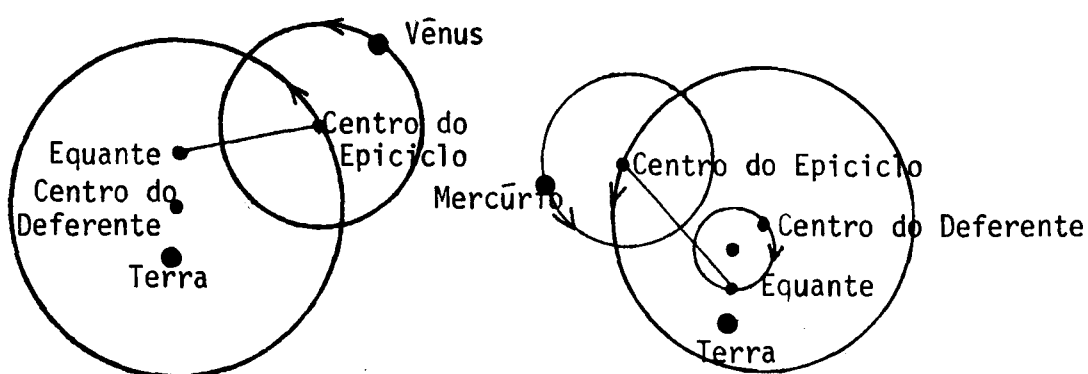


Figura 13. Explicação de Ptolomeu para o movimento de Vênus, Marte, Júpiter e Saturno (à esquerda) e para o movimento de Mercúrio (à direita).

Mesmo assim, o movimento de Mercúrio ainda não podia ser completamente explicado e Ptolomeu faz então o centro do deferente girar em torno de outro ponto simétrico em relação ao equante e ao centro da Terra (Figura 13, à direita).⁸⁸

Como vemos, cada caso é tratado separadamente. No sistema de Ptolomeu, qualquer nova irregularidade descoberta é explicada construindo-se novos epiciclos, ou mu-

dando-se o centro de outros. Assim, embora Ptolomeu des-se conta do movimento aparente dos astros, pelo menos dentro dos padrões de precisão da época, cada nova hipótese explicava apenas o fato para o qual foi construída e nenhuma delas permitia prever fatos novos, diferentes daquilo que se propunham a explicar, não sendo portanto capaz de ser testada independentemente.

O tipo de estratégia utilizado por Ptolomeu constitui o que Popper chama de solução convencionalista, uma vez que para o convencionalismo as leis e teorias servem apenas para reunir e classificar dados, não sendo nem verdadeiras nem falsas.⁸⁹ Segundo esta concepção, soluções ad hoc são perfeitamente admissíveis. No entanto, se adotarmos um ponto de vista realista, veremos que, embora procedimentos deste tipo sejam sempre possíveis, eles destroem o status científico da teoria. Isto ocorre porque as hipóteses ad hoc, embora possam ter alta probabilidade inicial ou lógica, têm pouco ou nenhum conteúdo informativo e testabilidade — elas simplesmente não se arriscam a serem refutadas por novos fatos. Conseqüentemente, também não ajudam a promover o crescimento do conhecimento científico.⁹⁰

Portanto, para evitar que novas hipóteses ou teorias sejam ad hoc, devemos exigir que elas possam ser testadas independentemente e que sejam capazes de levar à previsão de fenômenos novos, ainda não observados, sugerindo assim novos problemas, novos experimentos, novas solu-

ções.⁹¹ Devemos exigir igualmente que elas sejam capazes de explicar tudo que a teoria anterior explicava, além dos casos em que esta fracassou. Desse modo, garantimos que a nova teoria é mais ampla, de maior conteúdo e, conseqüentemente, de maior testabilidade.⁹² Logo, apesar de uma teoria poder sempre ser salva de refutações por novas hipóteses adicionais, este recurso só será válido quando a nova hipótese ampliar o número de conseqüências observáveis ou testáveis. Segundo Popper,

"Com respeito às hipóteses auxiliares (...) somente serão aceitáveis aquelas cuja introdução não reduza o grau de falseabilidade ou testabilidade do sistema em causa, mas que, ao contrário, o eleve. Se o grau de falseabilidade aumenta, a introdução da hipótese corresponde, em verdade, a um reforço da teoria: o sistema agora rejeita mais do que rejeitava anteriormente; ele proíbe mais".⁹³

Assim, se encontrarmos dois cisnes negros, não devemos reformular nossa hipótese para "todos os cisnes são brancos, menos esses dois", ou afirmar que as leis de Newton valem para todos os planetas, menos Mercúrio, ou que não valem para altas velocidades. Fazendo isso, estaríamos diminuindo a testabilidade da teoria e dificultando o aumento do conhecimento. Porém, se explicarmos a existência de cisnes negros através das leis da genética e da teoria da evolução e as anomalias de Mercúrio pela teoria da relatividade, estaremos empregando leis e teorias de maior universalidade.

Um processo semelhante a este pode, efetivamente,

ser observado ao longo da história da ciência, como veremos a seguir.

5.3.4. Uma sucessão de teorias não ad hoc

Quando Nicolau Copérnico (1473-1543) defendeu a hipótese de que a Terra se movia ao redor do Sol — e não o contrário, como afirmava Ptolomeu —, não havia ainda qualquer teste ou observação que permitisse refutar a teoria ptolomaica. Na verdade, no século XVI, ambas eram igualmente eficazes em termos práticos — como guias para a navegação, por exemplo. No entanto, o sistema de Copérnico, diferentemente do de Ptolomeu, era capaz de prever fatos novos, como as fases de Vênus e a paralaxe estelar. Outro dado a ser considerado é que os fatos já conhecidos na época decorriam logicamente dos pressupostos básicos do sistema de Copérnico e podiam ser previstos mesmo sem o auxílio da observação.

O movimento de retrocesso dos planetas, por exemplo, era um movimento aparente, que ocorria quando a Terra ultrapassava um planeta externo de movimento mais lento, algo semelhante ao que ocorre quando um veículo mais rápido ultrapassa outro mais vagaroso e este parece se mover para trás em relação à paisagem.⁹⁴ No entanto, no sistema de Ptolomeu, os mesmos fatos só podiam ser explicados às custas de novas hipóteses adicionais, que não podiam ser deduzidas logicamente dos princípios fundamentais da teoria.

Por esses motivos, embora o sistema de Ptolomeu sō tivesse sido refutado efetivamente apōs a invenção do telescōpio e a observação das fases de Vênus, em 1616, ou, segundo alguns, com a observação da paralaxe estelar, em 1838, mesmo antes disso ele podia ser considerado inferior ao de Ptolomeu.⁹⁵

Mais adiante (em 5.4.2), veremos que, segundo a terminologia do filósofo Imre Lakatos (1922-1974), o sistema de Copérnico constituía um programa de pesquisa progressivo, e não degenerativo como o de Ptolomeu.

Entretanto, o sistema de Copérnico também enfrentava problemas: suas previsões não coincidiam com as meticolosas e precisas observações feitas pelo astrônomo Tycho Brahe (1546-1601). Esta contradição sō foi resolvida com as leis de Kepler, que mostravam que as órbitas dos planetas deviam ser elípticas e não circulares.

As leis de Kepler, por sua vez, também podem ser refutadas. Existem discrepâncias nas órbitas dos planetas que não podem ser explicadas por elas, mas que podem ser previstas por uma das mais brilhantes teorias científicas de todos os tempos: a teoria da gravitação de Newton, que, juntamente com suas três leis do movimento, derrubaram a crença profundamente arraigada — desde a Grécia Clássica até o período medieval — de que as leis do firmamento são diferentes das leis terrestres.

Além de explicar tudo o que era explicado pelas

leis de Galileu e Kepler, através da mecânica newtoniana podemos prever fatos novos, como a trajetória dos cometas e a existência dos planetas Netuno e Plutão, e explicar fenômenos que não podem ser explicados por aquelas leis, como o movimento das marés e a precessão dos equinócios.

Mesmo em relação aos fenômenos que podem ser explicados por Galileu e Kepler, a teoria newtoniana é superior: suas previsões são mais precisas, concordando mais fielmente com os dados. Além disso, somente com a nova teoria torna-se possível estabelecer os casos em que as leis antigas ainda podem ser aplicadas, isto é, os casos em que a diferença entre as previsões da teoria nova e as da antiga são suficientemente pequenas para serem desprezadas para fins práticos. Fora destes limites, a teoria nova fornece, em alguns casos, resultados quantitativamente bastante diferentes, enquanto em outros ela entra em conflito com as previsões antigas.

Assim, enquanto para Galileu os corpos caem com aceleração constante (desprezando-se a resistência do ar), Newton mostra que esta aceleração nunca é constante, mas aumenta durante a queda, devido à aproximação do corpo em direção ao centro da Terra, o que faz com que a força de gravitação se intensifique.⁹⁶ Para quedas de alturas desprezíveis em relação ao raio da Terra, esta diferença é muito pequena e só pode ser calculada a partir das leis de Newton. Para quedas de grandes alturas ela passa a ser considerável e, neste caso, os valores previstos por

Newton contradizem os de Galileu. Como Popper demonstra, esta contradição pode ser facilmente evidenciada: as leis de Galileu podem ser deduzidas das leis de Newton se introduzirmos a suposição falsa de que a altura da queda é zero, ou de que o raio da Terra é infinito!⁹⁷ Do mesmo modo, pode-se demonstrar, através da teoria de Newton, que o movimento de um míssil de longo alcance será elíptico, contrariando a lei de Galileu de que o momento dos projéteis é parabólico — e, novamente, a diferença só será irrelevante para distâncias curtas em relação ao raio da Terra.⁹⁸

Newton demonstra também que as leis de Kepler só seriam válidas se desprezássemos a atração interplanetária, se os planetas tivessem todas massas iguais, ou se suas massas forem desprezíveis diante da massa do Sol. Como nada disso ocorre, é possível prever, através da teoria newtoniana, desvios em relação ao previsto por Kepler nas trajetórias dos planetas. Estes desvios foram, de fato, confirmados experimentalmente.⁹⁹ Segundo Popper,

"... das teorias de Galileu ou Kepler não obtemos sequer a mais leve sugestão de como essas teorias teriam de ser ajustadas. (...) São depois de estarmos de posse da teoria de Newton podemos verificar (...) em que sentido as teorias mais antigas podem ser consideradas aproximações dela (...). Tudo isso mostra que a lógica, dedutiva ou indutiva, não tem possibilidade de marchar dessas teorias para a dinâmica de Newton. Só a engenhosidade pode dar tal passo".¹⁰⁰

Popper mostra, portanto, que a teoria de Newton não pode ser deduzida logicamente, nem inferida indutiva-

mente das leis de Galileu e Kepler; que estas teorias são explicadas e unificadas pela de Newton; que os novos resultados, embora próximos aos obtidos pelas teorias antigas — pelo menos dentro de certas condições —, também os corrigem. Em outras palavras, estamos diante de uma teoria que não pode ser considerada ad hoc, pois, além de prever fatos novos, corrige aquilo que explica, é mais precisa, ampla, profunda e fértil, contribuindo assim para promover o progresso do conhecimento científico.

Cerca de dois séculos se passaram desde o aparecimento da teoria newtoniana para que surgisse outra teoria que, à semelhança do que Newton fez com Kepler e Galileu, viria a dar conta dos fenômenos explicados por Newton e também corrigi-los. Esta façanha foi realizada pela teoria da relatividade de Albert Einstein (1879-1955), publicada em 1905.

Para campos gravitacionais fracos e velocidades muito inferiores à da luz, as diferenças entre as previsões de Newton e Einstein são muito pequenas e difíceis de serem detectadas. Como a gravidade é uma força muito fraca, e como mesmo as velocidades de nossos veículos mais rápidos ainda estão muito distantes da velocidade da luz, a teoria de Newton continua a ser bem sucedida para a maior parte das aplicações práticas. Mas para corpos de grande massa, dotados de campos gravitacionais poderosos, como estrelas "Quasares" e buracos negros, e para partículas nucleares que se deslocam a velocidades próximas à da

luz, as previsões de Einstein conduzem a resultados sensivelmente conflitantes com as previsões de Newton.

No caso do planeta Mercúrio, que, por se encontrar mais próximo do Sol que os demais planetas, está sujeito a um campo gravitacional mais forte, há um desvio de cerca de 43 segundos de arco por século, em relação ao previsto por Newton.¹⁰¹ Embora esta discrepância fosse conhecida desde a descoberta de Netuno por Leverrier, ela só pode ser explicada pela teoria da relatividade.

A teoria de Einstein também foi bem sucedida ao prever efeitos novos, não previstos por Newton, como a curvatura da luz ao passar por um campo gravitacional intenso e o desvio gravitacional para o vermelho — que ocorre quando a luz que escapa de uma estrela de grande massa perde energia e, conseqüentemente, seu comprimento de onda aumenta em direção ao vermelho. Em ambos os casos, foram feitas medições que corroboraram as previsões de Einstein.¹⁰² A teoria de Einstein entra igualmente em conflito com a teoria newtoniana, ao prever, por exemplo, que qualquer partícula que se aproxime do centro de um campo gravitacional com velocidade superior a $6/10$ da velocidade da luz tem seu movimento retardado, em vez de acelerado, ou seja, sofre repulsão em vez de atração, como previa Newton.¹⁰³

Contrariamente ao que prevê a teoria newtoniana — e também o senso comum —, a teoria de Einstein nos permi

te concluir que a massa e o comprimento de um objeto variam com sua velocidade. Assim, a massa m de uma partícula que se move com velocidade v é dada por $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$, onde m_0 é a massa de repouso, ou seja, sua massa quando $v = 0$. A equação nos mostra que se a velocidade do corpo for muito menor que a velocidade da luz — que é de 300.000 km/s —, v^2/c^2 será praticamente igual a zero e, conseqüentemente, $m \approx m_0$, ou seja, a variação da massa será imperceptível.

Uma fórmula semelhante explica a diferença na duração do tempo para dois relógios ou observadores em movimento relativo ($t = t_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$), levando à estranha conseqüência de que um gêmeo que partisse em uma espaçonave com velocidade próxima à da luz voltaria mais jovem que seu irmão, que permaneceu na Terra, como vimos anteriormente (em 5.1.1). Esta diferença foi realmente verificada ao se medir o tempo a vida média de partículas que se deslocam com velocidades próximas à da luz, e também ao se observar uma pequena diferença entre um relógio atômico transportado por aviões a jato e relógios estacionários na Terra.¹⁰⁴

Finalmente, ao prever uma equivalência entre massa e energia, através da famosa fórmula $E = mc^2$ (levando-nos a compreender a fonte da energia solar e da bomba de hidrogênio), ao interpretar a gravitação como uma alteração na geometria do espaço - tempo, e ao propor a constância da velocidade da luz, a teoria da relatividade

estabeleceu-se como uma teoria mais ampla, profunda, de maior poder preditivo e mais exata que a teoria de Newton. Isto não quer dizer que ela seja definitiva — na realidade, teorias alternativas têm sido propostas —, mas qualquer outra teoria rival terá de formular previsões pelo menos tão precisas quanto as de Einstein, além de ser capaz de explicar novos fatos.

5.3.5. Por que um teste severo é importante.

No início de 1987, a Europa passava por um forte inverno. Em 14 de janeiro desse ano, a pedido do palácio de Buckingham, a médium Adelaide Scritori, que incorpora o cacique Cobra Coral, iniciou a "operação Europa", visando elevar a temperatura do Continente. Dois dias depois, contrariando todas as previsões da meteorologia, registrou-se em Londres a temperatura de um grau positivo.

Neste sentido, a médium começou muito bem, não apenas porque verificou-se um aumento de temperatura, mas, principalmente, porque este aumento contrariou a previsão da meteorologia. Se o aumento já estivesse previsto para os dias seguintes, provavelmente o trabalho da médium não teria despertado tanto a atenção.

Para simplificar nosso raciocínio, vamos deixar de considerar o fato de que a meteorologia trabalha com previsões estatísticas, o que significa que pequenas variações não previstas de temperatura, não refutam, na realidade, as previsões meteorológicas. Vamos supor também

que, por confiar em seu trabalho, a médium tivesse feito a previsão de que a temperatura iria subir nos dias seguintes.

Ao prever um advento considerado improvável à luz das teorias aceitas — no caso, as teorias da meteorologia — a médium arriscou-se a ser refutada, pois, se aceitarmos estas teorias, devemos esperar que sua previsão fracasse. Neste caso, qualquer que seja o resultado do teste, ele será considerado como uma tentativa de refutação, isto é, como um teste severo de uma previsão. Se o resultado previsto realmente ocorrer, poderemos dizer que tanto a previsão quanto a teoria da qual ela foi extraída (no caso da médium algo apenas análogo a uma teoria, como um conjunto de crenças e expectativas) foram corroboradas. Como diz Popper, para testar uma teoria devemos aplicá-la a

"... casos em que ela deve produzir resultados diferentes daquele que esperaríamos sem a teoria em questão, ou à luz de outras teorias. Em outras palavras, procuramos escolher para nossos testes os casos cruciais, em que esperaríamos a teoria falhar se não fosse verdadeira. Esses casos são cruciais no sentido de Bacon: indicam encruzilhadas de duas ou mais teorias. De fato, alegar que sem a teoria em questão esperaríamos resultados diferentes implica que nossa expectativa poderia resultar de alguma outra teoria, possivelmente anterior — por menos clara que seja nossa consciência desse fato. Mas, enquanto Bacon acreditava que uma experiência crucial pode demonstrar ou verificar uma teoria, diremos que ela pode na melhor das hipóteses refutá-la. Trata-se de uma tentativa de refutação; se essa tentativa for bem sucedida, diremos que a teoria foi corroborada pela experiência — corroboração que é tanto maior quanto menos esperado, ou menos provável, o resultado da experiência".¹⁰⁵

Assim, quando Darwin propôs sua teoria da evolução, ele estava se opondo à crença de que as espécies eram fixas e imutáveis; a previsão de Galileu de que corpos de diferentes pesos caem com a mesma velocidade, contraria a previsão aristotélica de que corpos mais pesados caem mais rápido; a teoria newtoniana prevê que, em certas circunstâncias, os planetas se desviarão das leis de Kepler; a previsão da volta do Halley e da existência de Netuno não podia ser feita a partir de qualquer teoria da época, mas apenas com auxílio da mecânica newtoniana. Em todos esses casos, algumas previsões de uma nova teoria contrariam as previsões de outras teorias aceitas na época.

Como vimos, muitas dessas previsões são sugeridas pela nova teoria, sendo incapazes de serem concebidas sem ela. É este o caso da dilatação do tempo em função da velocidade, que não seria sequer cogitada sem a teoria da relatividade.¹⁰⁶

Em outros casos, a previsão era extremamente improvável sem a teoria em questão ou à luz de outras teorias. No exemplo da moeda, visto anteriormente (em 5.2.3), a hipótese de que a moeda está viciada foi altamente corroborada pelo resultado de dez caras consecutivas, um acontecimento que, à luz da teoria oposta — de que a moeda não estaria viciada — era extremamente improvável (um em 4.096 casos). De modo semelhante, Halley teria pouca chance de ter acertado o ano e o mês exatos da volta do come-

ta se não utilizasse a teoria de Newton em sua previsão. O mesmo vale para a presença de Netuno justamente na região do espaço previsto por Leverrier.¹⁰⁷ Assim, se as novas previsões se confirmarem, podemos dizer que a teoria foi corroborada ou, no caso em que essas previsões contrariavam a teoria antiga, que esta foi refutada.

Os experimentos capazes de colocar em oposição teorias concorrentes, isto é, teorias que oferecem soluções para os mesmos problemas, são chamados por Popper de experimentos cruciais.¹⁰⁸ Segundo Watkins, se uma nova teoria for capaz de passar por todos os testes pelos quais uma teoria antiga passou e, além disso, de passar por um teste pelo qual a teoria antiga fracassou, então podemos dizer que este teste é um experimento crucial entre as teorias, pois ao mesmo tempo que corrobora a teoria mais nova, ele refuta a antiga.¹⁰⁹

Popper concorda que, na maioria dos casos, antes de admitirmos que uma teoria foi refutada, já dispomos de uma outra teoria, o que está de acordo inclusive com o seu modelo de "luta pela sobrevivência" entre hipóteses contrárias, como vimos no capítulo III (em 3.4.3).¹¹⁰

No entanto, contrariamente à opinião de outros filósofos, ele não acha que essa exigência seja essencial para considerarmos que uma teoria foi refutada e que o teste foi crucial. Para Popper, há vários exemplos em ciência em que a refutação foi aceita antes mesmo de existir

outra teoria. Este teria sido o caso da teoria atômica de Thomson, em que o átomo era considerado como uma esfera com prótons e elétrons distribuídos uniformemente, como vemos na figura 15 (à esquerda).¹¹¹

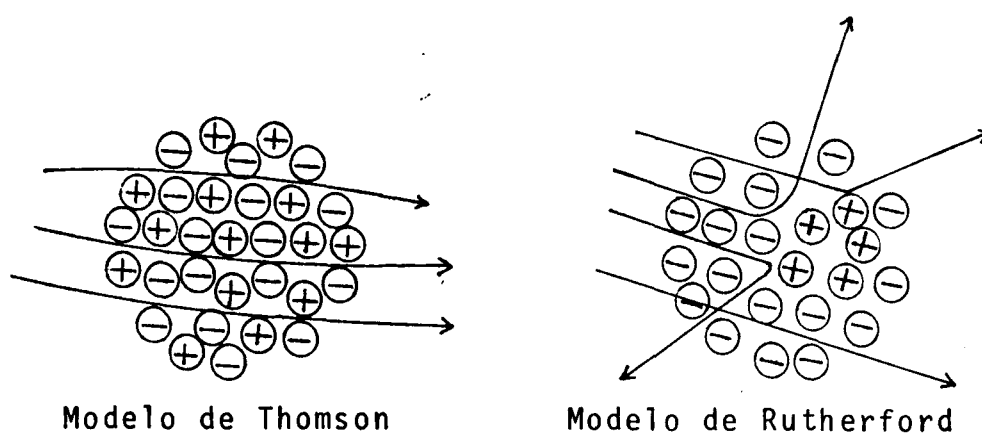


Figura 14. Como o modelo atômico de Rutherford explica as grandes deflexões, não explicadas pelo modelo de Thomson, sofridas pelas partículas alfa.

De acordo com este modelo, uma partícula de carga positiva devia atravessar facilmente lâminas metálicas finas, uma vez que em nenhum ponto da lâmina deveria haver uma concentração suficientemente alta de cargas positivas para provocar desvios intensos. No entanto, os desvios sofridos pelas partículas alfa usadas no experimento foram consideráveis e algumas chegaram mesmo a ser refletidas. Rutherford concluiu então que as cargas positivas não poderiam estar espalhadas uniformemente e, a partir daí,

idealizou seu modelo nuclear de átomo, com partículas positivas agrupadas em um núcleo central e os elétrons girando a sua volta (Figura 15, à direita).

5.3.6. Avaliando o sucesso de uma teoria — o grau de corroboração

Assim como um estudante recebe uma nota ou um conceito que indica como ele se saiu em uma prova, podemos atribuir a uma teoria científica um grau de corroboração que, além de avaliar seu desempenho nos testes a que foi submetida, nos permitirá escolher a melhor entre várias teorias competidoras não refutadas. Na analogia evolucionista de Popper, o grau de corroboração corresponderia a uma medida da adaptação de uma espécie a seu ambiente, conferido a partir da eficiência com que ela resolve seus problemas de sobrevivência.¹¹²

Para uma teoria receber uma corroboração positiva, é necessário que ela seja testável, que tenha sido testada efetivamente e, além disso, que não tenha sido refutada. Mais importante ainda é que o grau de corroboração dependerá, principalmente, da severidade do teste, em vez de sua simples repetição, ou seja, uma teoria será tanto mais corroborada, quanto mais "engenhosas" forem as tentativas de refutação.¹¹³

Vimos que um teste é considerado severo quando contraria teorias estabelecidas. Portanto, o grau de corroboração de uma previsão nova dependerá indiretamente dessas

teorias, que formam o chamado conhecimento de base. Mas, à medida que a teoria se incorpora ao nosso conhecimento de base, ela deixa de fazer previsões ousadas, passando a ter menos chance de ser testada severamente a de aumentar sua corroboração.¹¹⁴ Por isso, devemos procurar submeter a teoria a novos tipos de testes. A simples repetição do teste original deixa de ser um teste severo, e em pouco ou nada aumentará a corroboração da teoria. A repetição serve apenas, como vimos, para verificar se o efeito observado é passível de reprodução — em vez de, por exemplo, um simples erro por parte do experimentador — ajudando a eliminar, assim, a influência de algum fator que escapou ao controle do experimento.

Portanto, a corroboração tem, para Popper, um sentido diferente da confirmação indutiva, que aumenta gradativamente com a repetição do experimento (embora seja possível construir um sistema de lógica indutiva em que se leve em conta também a severidade do teste).

Vimos também (em 5.1.4) que quanto mais geral ou mais precisa for uma teoria, maior o número de acontecimentos que ela proíbe. Portanto, mais variados são os testes que podem ser feitos e, conseqüentemente, maior será o grau de corroboração que ela poderá atingir se não for refutada, ou seja, maior seu potencial de corroboração, ou ainda, em outras palavras, maior sua corroborabilidade. Assim, uma teoria somente poderá atingir um alto grau de corroboração se for altamente corroborável e se, além dis

so, for severamente testada — experimentos e observações que não poderiam, a princípio, refutar uma hipótese ou teoria, também não poderiam aumentar seu grau de corroboração.

Sabemos que quanto mais geral ou mais precisa for uma teoria, menor sua probabilidade inicial. Leis universais, que pretendem ter validade para qualquer região do espaço e do tempo, têm, para Popper, probabilidade inicial nula! Concluimos então que a corroborabilidade, assim como a corroboração, varia inversamente com a probabilidade inicial da teoria.

Pode-se visualizar essas conclusões através de enunciados do tipo "vai chover ou não vai chover amanhã". Embora este enunciado seja sempre confirmado, ele não pode ser corroborado, pois não há nenhum teste capaz de refutá-lo. Seu conteúdo empírico e, portanto, sua corroborabilidade são nulos — mas sua probabilidade lógica é máxima, uma vez que ele é sempre (tautologicamente) verdadeiro! Do mesmo modo, as previsões cautelosas e vagas de muitos videntes e astrólogos têm uma probabilidade inicial tão alta de se verificar, que seu sucesso tem pouco efeito sobre o grau de corroboração e pode perfeitamente ser atribuído a mera coincidência.¹¹⁵

É importante ter em mente que, para Popper, a corroboração indica apenas que a teoria foi capaz de resistir aos testes. Porém, do mesmo modo que as espécies que

sobreviveram até hoje não têm nenhuma garantia de sobrevivência no futuro, também a corroboração de uma teoria nada nos diz sobre seu desempenho futuro, nem aumenta a probabilidade da teoria ser verdadeira.¹¹⁶

Se, por exemplo, a teoria fizer parte de uma área de pesquisa em intenso progresso, ela poderá rapidamente adquirir alta corroboração devido ao uso constante do método crítico e de testes, mas poderá, pelo mesmo motivo, ser rapidamente substituída por outra teoria.¹¹⁷ A vida média de uma teoria, portanto, pode não aumentar com o seu grau de corroboração. Por outro lado, várias teorias pouco corroboradas sobreviveram muito tempo justamente pela falta de testes e pelo pouco uso do método crítico. O mesmo ocorre ainda hoje com as teorias das pseudociências.

Entretanto, se a corroboração de uma teoria nada nos diz sobre seu futuro e se nunca podemos ter certeza acerca da verdade de uma teoria, por que então ela é importante do ponto de vista prático? Em outras palavras, por que deveríamos aceitar teorias mais corroboradas para construir casas, veículos, aparelhos? Enfim, por que deveríamos confiar na tecnologia — em vez de em teorias menos corroboradas, que não precisam, inclusive, ser científicas — para resolver nossos problemas práticos?

Popper responde que, de um ponto de vista racional, não podemos confiar nas teorias científicas. Afirmar o contrário é negar a conclusão de Hume e aceitar a posição

indutivista (com todos os seus problemas, como vimos). Como jamais poderemos saber se determinada teoria é verdadeira, corremos sempre o risco de nos desapontarmos no futuro, como ocorreu com newtonianos, lamarckistas, defensores do flogisto, etc.¹¹⁸

É claro que uma pessoa pode confiar ou acreditar em qualquer coisa, mas o que se pergunta aqui é se há alguma razão, alguma justificativa lógica para supor que nossa crença nos levará ao sucesso — no sentido de previsões sempre corretas, ou pelo menos provavelmente corretas. É neste sentido que Popper afirma que não temos motivos lógicos ou racionais para confiar nas teorias científicas. Mas, mesmo sem termos confiança em uma teoria, do ponto de vista prático, temos de fazer — e, efetivamente, sempre fazemos — alguma escolha. Como diz Popper, "mesmo a inação é um tipo de ação".¹¹⁹ Sendo assim, será racional preferir como base para a ação a teoria mais bem testada e mais corroborada.¹²⁰ Esta será a escolha mais racional, porque

"...a teoria mais bem testada é aquela que, à luz de nossa discussão crítica, parece ser a melhor até agora, e não conheço coisa mais racional do que uma discussão crítica bem conduzida".¹²¹

Aceitar esta sugestão, é automaticamente, escolher a teoria mais corroborada, pois, se quisermos contestar a sugestão de Popper, teremos de apresentar argumentos, questionar princípios a partir de outros princípios, etc. Mas,

ao fazer isso, estaremos agindo, ao nível filosófico, da mesma forma que agimos ao escolher a teoria mais corroborada, ou seja, estaremos submetendo a críticas as idéias de Popper a fim decidirmos se elas merecem ser aceitas.¹²²

Paradoxalmente, em termos de ciência aplicada, as teorias refutadas podem ser, em certas áreas, mais úteis do que as teorias corroboradas. A teoria de Newton continua sendo usada em engenharia e astronomia, porque seus cálculos são bem mais simples que a teoria da relatividade, e as discrepâncias obtidas são pequenas demais para terem importância prática — desde que trabalhemos com campos gravitacionais não muito intensos e velocidades pequenas em relação à da luz. Fora destes limites, apenas a teoria mais corroborada, no caso a teoria de Einstein, pode ser usada. Além disso, como vimos, é esta teoria que fixa os limites de aplicação da teoria newtoniana, garantindo até que ponto as discrepâncias entre os fenômenos observados e as previsões newtonianas podem ser desprezadas para efeitos práticos. De modo que, sempre que usamos na prática uma teoria que sabemos falsa, é porque dispomos de uma segunda teoria que não foi falseada e que controla a aplicação prática da primeira.¹²³ Se um cientista se vale da teoria newtoniana para corrigir a trajetória de um foguete espacial, é porque a teoria da relatividade lhe diz que as discrepâncias entre ambas são, neste caso, suficientemente pequenas para serem desprezadas.¹²⁴

Há ainda outra questão relevante: qual a importan

cia da corroboração de um ponto de vista teórico, isto é, do ponto de vista do progresso científico — independente mente de uma aplicação prática?

Vimos que uma nova teoria deve explicar não somente a experiência que refutou a teoria antiga, mas também as previsões bem sucedidas desta teoria. Devemos exigir também que a nova teoria seja capaz de prever fatos novos, de modo a ser testada independentemente. Suponhamos, porém, que todas as novas previsões sejam refutadas e que, portanto, ela não seja corroborada. Neste caso, segundo Popper, mesmo que a nova teoria tivesse maior testabilidade, ela ainda seria insatisfatória.¹²⁵ É verdade que ao extrairmos novas previsões e refutá-las, aprendemos, de certa forma, algo — novos experimentos e novos problemas podem surgir da refutação de uma previsão.¹²⁶ Mesmo assim, podemos dizer que, em certo sentido, a teoria ainda seria ad hoc, pois não poderíamos estabelecer um teste crucial entre ela e outra nova teoria, e, deste modo, nosso conhecimento estagnaria.¹²⁷ Por outro lado, a partir da teoria corroborada, novos fenômenos poderão ser previstos e, com sua refutação, novos problemas surgirão para serem resolvidos. Por este motivo, a corroboração é necessária ao progresso do conhecimento científico.

Assim, a refutação do átomo de Thomson deu lugar à teoria de Rutherford, que nos ensinou (de forma conjectural) algo novo sobre o átomo (as partículas positivas deviam se encontrar condensadas em um núcleo e separadas

das partículas negativas). No entanto, mesmo o modelo planetário de Rutherford levou a novos problemas e, na tentativa de resolvê-los, chegou-se ao modelo atual. Um processo semelhante ocorreu com as teorias de Kepler, Newton e Einstein; com a teoria da herança misturada, a teoria de Mendel e a moderna genética; com o fixismo, o lamarckismo, a teoria de Darwin e o neodarwinismo, entre inúmeras outras teorias científicas. Portanto, escolher a teoria que melhor resistiu aos testes não significa aceitá-la como definitivamente verdadeira e sim aceitá-la provisoriamente, com o intuito de submetê-la a novos testes. E, com isso, abrir novas áreas do conhecimento.

Para Popper, porém, esta não deve ser a única função da corroboração. Nossas teorias não podem ser consideradas como simples instrumentos para descobrirmos novos problemas em novas áreas do conhecimento. Pretendemos também que elas captem algo acerca da realidade, acerca da estrutura do mundo, de modo que nosso conhecimento possa aumentar. Nas palavras de Popper,

"De acordo com essa concepção, o que o cientista procura é elaborar teorias cada vez mais próximas da verdade; o objetivo da ciência é saber cada vez mais. Isso implica o aumento do conteúdo de nossas teorias, o aumento de nosso conhecimento do mundo".¹²⁸

Para que esse aumento seja possível, é necessário que nossas previsões tenham algum sucesso, que elas sejam corroboradas. Sem este sucesso nossas teorias perderiam o caráter empírico, deixando de falar acerca da realidade e

servindo apenas como um instrumento de previsão.¹²⁹

O que Popper está sugerindo é que a corroboração talvez nos indique também algo acerca do conteúdo de nossas teorias, ou, mais exatamente, acerca de sua verossimilitude, como veremos a seguir.

5.3.7. À procura da verdade

O que é verdade? Para alguns filósofos ela consiste em uma coerência entre crenças ou enunciados. Realmente, a contradição dentro de um sistema de enunciados ou crença nos indicaria que algo neste sistema é falso. No entanto, a ausência de contradição não garante que um sistema de enunciados ou crenças seja verdadeiro. Portanto, para outros filósofos, este critério parece insatisfatório.¹³⁰

Outros sustentam que uma crença — ou um enunciado — é verdadeira quando é útil. De acordo com este critério pragmático, a teoria geocêntrica de Ptolomeu e a teoria heliocêntrica de Copérnico teriam de ser consideradas ambas verdadeiras — pelo menos no século XVI —, uma vez que eram igualmente eficazes para a navegação e confirmadas por todos os testes na época.¹³¹ Não deixa de ser paradoxal, entretanto, que duas teorias contraditórias possam ser ambas verdadeiras — a não ser que as consideremos como simples instrumentos úteis de previsão. Este ponto de vista — o instrumentalismo — foi realmente adotado por alguns filósofos, como vimos no capítulo anterior

(em 4.4.5).¹³²

Para filósofos como Popper e Bunge, que adotam uma concepção realista da ciência, a verdade de um enunciado consiste em sua correspondência com os fatos, como vimos no primeiro capítulo (em 1.3.2). Esta concepção também não é isenta de problemas, afinal, em que consiste esta correspondência? Como podemos comparar coisas heterogêneas, como enunciados e fatos?

A discussão sobre o significado de verdade ganhou novos rumos a partir de importante trabalho do lógico Alfred Tarski que, em 1931, procurou fornecer as condições que qualquer definição de verdade deve satisfazer.¹³³ Para Tarski, com auxílio de uma metalinguagem, podemos falar tanto sobre uma linguagem — dita linguagem-objeto, como sobre aquilo que esta linguagem descreve. A noção de verdade pode então ser definida como uma relação entre um estado de coisas e um enunciado, que pertence à linguagem-objeto e que descreve este estado de coisas. O exemplo usual é: "A sentença 'a neve é branca' é verdadeira se e somente se a neve é branca". Colocada desta forma, esta conceituação parece trivial, mas, para Popper, ela esclarece inteiramente as condições para aplicarmos o predicado "é verdadeiro" a, por exemplo, uma declaração de uma testemunha no tribunal.¹³⁴ Assim, podemos dizer que

"A asserção feita pela testemunha de que Smith entrou na casa de penhores pouco depois das 10,15 e verdadeira se, e apenas se, Smith entrou na casa de penhores pouco depois das 10,15".¹³⁵

Esta apresentação simplista não fornece nem mesmo uma p^álida id^éia do trabalho de Tarski, e aqueles que pretendem entender melhor suas id^éias devem consultar as refer^ências ao final do cap^ítulo. Contudo, a partir da teoria da correspond^ência e dos conceitos desenvolvidos por Tarski, Popper acha que podemos compreender o que queremos dizer quando perguntamos se a teoria da relatividade de Einstein, o neodarwinismo e a moderna teoria at^ômica s^ão teorias verdadeiras, isto é, correspondem aos fatos.¹³⁶

Mas, como vimos no cap^ítulo I, uma defini^ção de verdade é diferente de um crit^ério de verdade, do mesmo modo que dizer o que é uma pessoa estar com uma infec^ção é diferente de especificar os testes para saber se ela est^á com infec^ção — que, ali^{ás}, como qualquer teste, ter^ão sempre uma possibilidade de erro.

Assim, mesmo admitindo que haja algo como uma verdade, a que a ci^ência aspira, não podemos saber se nossas teorias s^ão verdadeiras, nem se conseguiremos chegar ã verdade algum dia, pois, mesmo se o conseguirmos, não poderemos saber (no sentido de ter certeza) que o fizemos. Esta situa^ção parece paradoxal e perturbadora. Estamos diante de uma situa^ção semelhante ã de um detetive que sabe que h^á um criminoso, mas não sabe se conseguir^á descobri-lo e que jamais ir^á dispor de provas que condenem conclusivamente qualquer suspeito. Assim, mesmo que o suspeito apontado seja o verdadeiro criminoso, jamais ele pode-

rã ter certeza disso. O máximo que podemos dizer é que existe a possibilidade de uma teoria ser verdadeira — talvez nunca consigamos refutá-la, mas não podemos ter certeza disso. Como diz Popper,

"Por este método de eliminação [o método das conjecturas e refutações] podemos dar com uma teoria verdadeira. Mas em nenhum caso o método pode estabelecer sua verdade, ainda que seja verdadeira, pois o número de teorias possivelmente verdadeiras continua infinito, a qualquer tempo e após qualquer número de testes cruciais".¹³⁷

Apesar disso, a verdade seria uma idéia importante para guiar a atividade científica e, embora não haja razão para acreditarmos na verdade de uma teoria,

"pode haver razões para preferir uma teoria a outra como uma melhor aproximação da verdade".¹³⁸

Afinal, às vezes o detetive pode avaliar as evidências e indicar o maior suspeito em determinada etapa da investigação. Neste caso, a corroboração seria um indicador não somente da possibilidade da verdade de uma teoria, mas também de sua melhor aproximação da verdade, ou seja, de sua verossimilitude.¹³⁹

Popper procura então avaliar a verossimilitude com auxílio dos conceitos de conteúdo de verdade e de falsidade da teoria. Assim, a partir da teoria da gravitação de Newton, podemos prever que o cometa de Halley voltará em determinada data, que as órbitas dos planetas são elípticas etc. Essas e outras previsões — que podem ser dedu

zidas logicamente da teoria e que são corroboradas experimentalmente, pelo menos dentro de certa margem de precisão — constituem o conteúdo de verdade da teoria newtoniana. Mas, a partir desta teoria, podemos deduzir também algumas previsões que são refutadas experimentalmente, como acontece em relação às anomalias do planeta Mercúrio. O conjunto de todas estas previsões forma então o conteúdo de falsidade da teoria.

De forma simplificada, podemos dizer que a verossimilitude de uma teoria é a diferença entre seu conteúdo de verdade e o conteúdo de falsidade. Assim, para que uma teoria T_2 tenha maior verossimilitude que outra teoria T_1 , é preciso que o conteúdo de verdade de T_2 seja maior que o conteúdo da verdade de T_1 , sem que o mesmo ocorra com o conteúdo de falsidade. Ou então, que o conteúdo de falsidade de T_1 seja maior que o conteúdo de falsidade de T_2 , sem que o mesmo ocorra com o conteúdo de verdade.¹⁴⁰ Em outras palavras, a teoria de maior verossimilitude é aquela que possui um excesso de conteúdo de verdade, mas não de falsidade; já com a teoria de menor verossimilitude ocorre exatamente o oposto.

O conceito de verossimilitude só pode ser empregado em dois casos: se as teorias forem comparáveis, isto é, se forem teorias rivais, que pretendem resolver problemas comuns; e se uma delas, T_2 , por exemplo, contiver T_1 como sua aproximação, como ocorre com a teoria da relatividade geral de Einstein e a teoria da gravitação newton-

niana.

A verossimilitude depende, na prática, da corroboração, que determina o conteúdo de verdade da teoria. Uma vez que a corroboração é sempre conjectural — qualquer alteração no conhecimento de base, por exemplo, pode alterar a corroboração e a verossimilitude da teoria —, ela indicaria apenas a verossimilitude aparente da teoria. Neste caso, a verossimilitude, assim como a verdade, seria um ideal que tentamos atingir na prática, embora nunca cheguemos a saber, com certeza, qual a verossimilitude real da teoria.¹⁴¹

A tentativa de Popper de estabelecer a verossimilitude como um ideal para a pesquisa científica sofreu críticas sérias por parte dos filósofos como David Miller e Pavel Tichý, que demonstraram que, se a teoria mais ampla T_2 for falsa, o número de previsões falsas dela extraído será maior que o de T_1 . Isto quer dizer que tanto seu conteúdo de verdade como o de falsidade serão maiores que os de T_1 , o que nos impossibilitaria de comparar a verossimilitude das duas teorias.¹⁴² Esta comparação somente seria possível se a teoria mais ampla, T_2 , da qual decorre T_1 , fosse verdadeira. Neste caso, poderíamos afirmar que T_2 teria maior verossimilitude que T_1 . Mas como nunca podemos saber se uma teoria é verdadeira, o objetivo de Popper de comparar teorias falsas quanto à verossimililitude não pode ser atingido.

Apesar de aceitar essas críticas e de reconhecer

que não conseguiu caracterizar satisfatoriamente a verossimilitude das teorias, Popper não acha que este conceito deva ser abandonado.¹⁴³ Mesmo sem uma definição adequada, ele continua sendo um conceito útil e até necessário, e devemos nos esforçar para defini-lo de forma mais precisa, de modo a solucionar esses problemas.¹⁴⁴

Por ora, a verossimilitude pode ser usada, segundo Popper, como um conceito intuitivo, quando afirmarmos, por exemplo, que a teoria de Copérnico está mais próxima da verdade do que a teoria geocêntrica de Ptolomeu; ou que as órbitas dos planetas formam elipses em vez de círculos; ou que as idéias de Mendel acerca da hereditariedade estão mais próximas da verdade do que as de Darwin.¹⁴⁵

Nesse sentido, a teoria de Einstein possuiria maior verossimilitude que a de Newton por uma série de motivos: porque resolve todos os problemas relevantes que Newton conseguiu resolver, apresentando resultados mais precisos, como no caso do movimento de Mercúrio; porque resolve problemas para os quais Newton nada tem a dizer — como é o caso do desvio para o vermelho da luz emitida em um campo gravitacional intenso; porque possui um conteúdo de verdade relativo maior que o da teoria de Newton, porque algumas conseqüências refutadas de Newton são substituídas justamente pelas conclusões opostas — como é o caso da aceleração negativa e não positiva das partículas que se aproximam em alta velocidade de um campo gravitacional intenso.

Por outro lado, mesmo que consideremos refutada a teoria newtoniana, podemos afirmar que ela é superior às teorias de Kepler e de Galileu, devido ao seu maior conteúdo, poder explicativo, precisão e capacidade de unificar problemas e fenômenos antes desconexos, como o movimento dos astros e o dos corpos terrestres.¹⁴⁶

Popper apresenta ainda um outro argumento que com provaria que nossas teorias são capazes de atingir maior verossimilitude. Assim como acontecimentos improváveis como o de dez caras consecutivas podem ser utilizadas para refutar a hipótese de que uma moeda não está viciada, ou seja, de que o acontecimento em questão foi simples coincidência, podemos dizer que o acordo entre a previsão de uma teoria com fatos altamente improváveis, não deve ser interpretado meramente como acidente, mas sim que a teoria em questão tem alta verossimilitude em comparação com as teorias que os antecederam.¹⁴⁷

Embora este argumento não possa ser usado para provar que a teoria de Einstein é verdadeira, pois, como sabemos, teorias falsas podem gerar previsões que se confirmam, o melhor acordo da teoria de Einstein em relação à teoria de Newton em pontos improváveis pode ser interpretado como indicação de maior verossimilitude.¹⁴⁸ Além disso, o argumento não seria indutivo porque

"contrariamente a argumentos indutivos, como os de Carnap, a probabilidade de que a teoria em questão tenha alta verossimilitude é (assim como o grau de corroboração) inversamente propor-

cional à probabilidade da teoria antes do teste".¹⁴⁹

Apesar disso, Popper admite que talvez possa haver aqui um certo "vestígio" de indutivismo, assumido quando afirmamos que a realidade deve, em alguns aspectos, ser semelhante ao que a ciência nos informa e que podemos então progredir em direção a uma maior verossimilitude.¹⁵⁰

5.3.8. Críticas a Popper

Ao levantar a possibilidade de um vestígio indutivista para justificar um avanço em direção a uma maior verossimilitude, Popper não estaria se expondo às críticas de Hume?

Alguns filósofos acham que somente um princípio de natureza indutiva poderia estabelecer uma ligação entre a corroboração e a verossimilitude. Apenas nesse caso poderíamos afirmar que a teoria mais corroborada é também a mais próxima da verdade.¹⁵¹

Para Watkins, a afirmação de que uma teoria tem maior verossimilitude que outra implica uma previsão a respeito do futuro desempenho da teoria, contendo, portanto, um argumento indutivo aberto às críticas humianas.¹⁵² Por isso, ele não aceita que a verossimilitude possa servir como um guia para a escolha entre duas ou mais teorias. Assim, embora nos guiemos pela idéia de verdade — quando procuramos, por exemplo, refutar uma teoria —, pa

ra Watkins nosso objetivo deve ser mais modesto. Devemos buscar teorias que sejam possivelmente verdadeiras, visto que, apesar de todas nossas críticas, não foi possível, pelo menos até determinado momento, descobrir qualquer in consistência entre os princípios da teoria ou entre ela e as evidências disponíveis.¹⁵³

A teoria mais corroborada seria também a melhor teoria por ser mais profunda, mais geral, mais exata e apresentar maior poder preditivo do que suas rivais. Para Watkins são justamente estes objetivos os mais adequados à ciência.¹⁵⁴ Como vimos, entre os argumentos que devem nortear a escolha da teoria mais corroborada, encontra-se justamente aquele que se refere à sua capacidade de promo ver o crescimento do conhecimento científico, estimulando a descoberta de novos problemas e fenômenos, aumentando as sim o conteúdo empírico de nossas teorias. Desse modo, mes mo sem conter a idéia de verossimilitude, os critérios e regras metodológicas de Popper — evitar hipóteses ad hoc, preferir hipóteses e teorias mais corroboráveis, exigir que uma teoria explique os sucessos e fracassos da teoria anterior, que esta seja corroborada, etc. — seriam impor tantes para garantir o progresso da ciência em direção às metas de Watkins.

Para alguns filósofos, um dos erros de Popper con siste em supor que a avaliação de uma teoria possa ser feita a partir de um único critério, ou pelo menos de um critério principal, como o da refutabilidade ou da refuta

tação. A avaliação deve ser multidimensional, levando-se em conta uma série de fatores independentes.¹⁵⁵

Bunge parece defender esta posição ao afirmar que na avaliação de uma teoria devemos levar em conta uma série de requisitos, tais como: a) requisitos sintáticos, como a coerência lógica e unidade conceitual da teoria; b) requisitos semânticos, como a exatidão lingüística (de modo a evitar ambigüidade, imprecisões e obscuridade nos seus termos), a representatividade (a teoria deve ser representacional em vez de apenas fenomenológica) e a simplicidade; c) requisitos epistemológicos, como a coerência externa (a teoria deve ser coerente com pelo menos parte do conhecimento aceito — uma teoria biológica não deveria contrariar teorias físicas e químicas, por exemplo), o poder explanatório, a profundidade, a fertilidade, o poder de previsão, a extensibilidade (que é a possibilidade de unificar domínios antes isolados), e a originalidade; d) requisitos metodológicos, como a scrutabilidade (possibilidade de criticarmos os pressupostos metodológicos da teoria), a refutabilidade, a confirmabilidade e a simplifidade metodológica (deve ser tecnicamente possível submeter uma teoria a testes); e) exigências filosóficas, como a justeza metacientífica (a teoria deve ser compatível com o princípio da legalidade, racionalidade etc.) e a compatibilidade de cosmovisão (a teoria deve ser coerente com a visão de mundo predominante nos círculos científicos da época).¹⁵⁶

Para Bunge, a avaliação multidimensional explicaria como uma teoria como a de Darwin, contaminada por asserções falsas como a herança das características adquiridas, poderia ser aceita como a melhor teoria devido ao fato de estas deficiências serem compensadas por sua maior coerência externa (compatibilidade com a evolução geográfica e do sistema solar), fertilidade, extensibilidade, originalidade, compatibilidade de cosmovisão, etc.¹⁵⁷

Muitos dos critérios propostos por Bunge são admitidos por Popper. É necessário, sem dúvida, que uma teoria não seja logicamente contraditória. É por isso que ela deve ser submetida não apenas a testes experimentais, mas também a testes teóricos, como vimos no capítulo anterior. Outros critérios, no entanto, podem ser questionados. Certas teorias, como a da relatividade ou mecânica quântica rompem com uma série de conhecimentos tidos como fundamentais. Nessas situações, o critério da coerência externa parcial não fornece qualquer indicação de quais conhecimentos devem ser preservados, e sua utilidade torna-se questionável. Por outro lado, não se pode dizer também que estas teorias sejam compatíveis com a cosmovisão da época.

A argumentação de Bunge em relação à teoria de Darwin parece incorrer no mesmo erro de Lakatos, ao confundir a identificação da melhor teoria com a escolha ou decisão de trabalhar nela. Como veremos adiante (em 5.4.2), um cientista pode decidir trabalhar em uma teoria

aparentemente refutada e incoerente, sem, por isso, considerá-la a melhor das teorias. Sua decisão visa, justamente, eliminar estas incoerências com a finalidade de melhorar a teoria. Além disso, sabemos que a teoria de Darwin não teve a aceitação que usualmente se pensa, sofrendo, na realidade, um longo ocaso quando então teorias rivais proliferaram.¹⁵⁸ Somente com a eliminação das contradições do darwinismo clássico, através do surgimento de outra teoria, o neodarwinismo — que aproveita algumas idéias básicas e fundamentais de Darwin, como a seleção natural, mas corrige e completa outros de seus princípios — é que houve um consenso praticamente total entre os biólogos. Portanto, quando cientistas e filósofos se referem ao domínio atual do darwinismo, este termo está sendo empregado na realidade como sinônimo de neodarwinismo.

A proposta de uma avaliação multidimensional enfrenta ainda um problema sério: se uma teoria for superior a outra em alguns aspectos e inferior em outros, como poderemos decidir qual a melhor? Não dispomos, pelo menos até o momento, de nenhum método para atribuir pesos não arbitrários a cada critério.¹⁵⁹

Podemos compreender então por que Popper procura demonstrar que há uma conexão lógica entre critérios como a fertilidade, simplicidade, poder explanatório, profundidade etc., de modo que eles possam ser deduzidos da falsseabilidade. A conexão lógica funciona como um "cimento" que mantém todos os critérios interligados, evitando-se

assim o inconveniente da avaliação multidimensional. Alguns críticos, porém, procuram demonstrar que Popper não é bem sucedido ao realizar esta conexão.¹⁶⁰

Vimos que, para Popper, nunca podemos ter certeza da verdade de uma teoria nem de seu sucesso futuro. Apesar disso, em termos práticos, é racional escolher a teoria melhor corroborada como base para a ação. No entanto, quando utilizamos uma teoria para a construção de um edifício ou para mandar um foguete à Lua, não pretendemos apenas ter tomado a decisão mais racional. Queremos que a teoria escolhida seja aquela que nos dê mais chance de sucesso. Porém, a não ser que adotemos alguma forma de indutivismo, não há como justificar, dentro da filosofia de Popper, uma maior chance de sucesso. Pelo contrário, para Popper não temos nenhuma boa razão para esperar que nossa escolha nos garanta êxito.¹⁶¹

Essa situação é considerada bastante insatisfatória por alguns filósofos, que afirmam que Popper não teria resolvido o chamado problema pragmático da indução, que consiste justamente em se justificar a escolha de uma teoria para fins práticos. Realmente, em sua obra, Popper dedica quase toda a sua atenção aos aspectos teóricos do conhecimento científico, procurando não só fornecer critérios que estimulem o aumento de nosso conhecimento científico, mas também justificar racionalmente a escolha entre duas ou mais teorias.

Como vemos, a filosofia de Popper está longe de

ser isenta de problemas. Entretanto, assim como devemos abdicar da idéia de uma ciência baseada na certeza e aceitar que as teorias científicas não são mais do que simples conjecturas passíveis de crítica, devemos encarar as regras metodológicas e os critérios filosóficos e metacientíficos de Popper como simples conjecturas, que podem ser discutidos, criticados e até substituídos por outros melhores. E, efetivamente, eles têm sido criticados, como veremos a seguir. Mesmo que os critérios de Popper não sejam certos nem definitivos e acabem substituídos por outros, eles teriam desempenhado o importante papel, a exemplo de uma nova teoria científica, de sugerir novos problemas e novas maneiras de ver a ciência, abrindo o caminho para novos debates e para o progresso da filosofia da ciência.

5.4. Novas tendências em filosofia da ciência

"Minhas canções protestam contra a guerra, contra as bombas e os preconceitos raciais, contra o conformismo", dizia o cantor e compositor Bob Dylan no início da década de 1960. Uma década sacudida por intensa agitação cultural e manifestações de protesto em várias capitais do mundo, por parte principalmente de jovens, e apoiadas por diversos intelectuais — inclusive o filósofo Bertrand Russell, então com mais de 80 anos de idade. Além das contestações políticas e de mudanças no comportamento social e nas artes, surgiram também rebeliões no campo da filosofia da ciência. Em uma reação anti-indutivista e antipopperiana, alguns filósofos criticaram os critérios de con-

firmação e refutabilidade, valorizando a influência dos fatores sociais na atividade científica, questionando a idéia de objetividade e até mesmo negando o caráter racional da ciência.

5.4.1. Ciência normal, ciência extraordinária e paradigmas — as idéias de Thomas Kuhn.

No início do século XIX, cientistas como Pierre Laplace tentavam verificar os fenômenos celestiais e terrestres — tanto ao nível macroscópico como ao nível molecular —, explicando-os através de forças e de movimentos de partículas; químicos como Priestley afirmavam que a combustão e a calcinação podiam ser explicadas pela teoria do flogisto, mesmo após os experimentos de Lavoisier e, para explicar os movimentos do Sol, da Luz e dos planetas, Ptolomeu levava sempre em conta que os movimentos dos astros eram circulares e que a Terra estava no centro da assim chamada "esfera celeste".

Segundo o filósofo Thomas Kuhn, em todos esses casos o método de pesquisa do cientista era determinado por algo mais amplo do que uma teoria científica — o paradigma. Paradigmas — como a mecânica newtoniana, a astronomia ptolomaica ou a "teoria" do flogisto — são realizações científicas que servem de modelo para toda a pesquisa, determinando que tipos de leis e teorias são válidos, que tipos de dados são pertinentes, que problemas serão investigados, que tipos de soluções serão propostos e até

mesmo como os fenômenos científicos devem ser percebidos: no fenômeno da combustão onde Priestley "via" ar "desflogistizado", Lavoisier via oxigênio.¹⁶²

Desse modo, pelo menos em certas épocas, um paradigma funciona quase como uma "visão de mundo", influenciando e de certa forma controlando toda a pesquisa científica. Nesses momentos, os cientistas se limitariam a fazer o que Kuhn chama de "ciência normal". Isto quer dizer que todos os problemas e soluções encontrados no âmbito de determinada ciência têm de estar contidos dentro do paradigma adotado pelos cientistas daquela disciplina. Em outras palavras, os cientistas se limitariam a resolver quebra-cabeças, no sentido de que cada descoberta ou explicação teria de se encaixar dentro das normas do paradigma.¹⁶³ Como diz Kuhn,

"O paradigma que ele adquiriu, graças a uma preparação prévia, fornece-lhe as regras do jogo, descreve as peças com que se deve jogar e indica o objetivo que se pretende alcançar. Sua tarefa consiste em manipular as peças segundo as regras de maneira que seja alcançado o objetivo em vista. Se ele falha (...), esse fracasso só revela a sua falta de habilidade. As regras fornecidas pelo paradigma não podem (...) ser postas em causa, uma vez que sem essas regras começaria por não haver [problema] (...) para resolver".¹⁶⁴

Não há, portanto, pelo menos neste período, experiências refutadoras como quer Popper, e as anomalias reincidentes são tratadas de modo ad hoc. Conseqüentemente, a pesquisa torna-se muito semelhante ao procedimento de um estudante quando resolve exercícios de livros-texto ou

presta exames acadêmicos.

Essa paz, porém, é quebrada quando muitas anomalias se acumulam sem ser explicadas, hipóteses ad hoc proliferam e os problemas não são mais resolvidos através das técnicas disponíveis. Instala-se então uma crise na qual a própria natureza do paradigma é questionada, surgindo então uma nova forma de fazer ciência, diferente da ciência normal: a ciência extraordinária ou revolucionária.¹⁶⁵ Nesse período, ocorrem as revoluções científicas e se processa a substituição de um paradigma por outro, como ocorreu na passagem da física de Aristóteles para a de Galileu, da teoria do flogisto para a química de Lavoisier, do sistema de Ptolomeu para o de Copérnico, do sistema de Newton para o de Einstein, etc.¹⁶⁶ Quando um paradigma é finalmente aceito, a ciência entra novamente no período normal: livros são reescritos de acordo com o novo paradigma, currículos são reformulados, etc. Além disso, diz Kuhn, a mudança implica que

"os cientistas vejam de modo diferente seu compromisso de pesquisa (...). Embora o mundo não mude com uma mudança de paradigma, o cientista passa, daí em diante, a trabalhar em um mundo diferente."¹⁶⁷

A história da ciência seria assim história da sucessão de paradigmas, cada um com seus métodos próprios de pesquisa, suas teorias, etc.

Kuhn admite que nos períodos extraordinários alguns cientistas descubram falhas no paradigma e até pro-

ponham novos paradigmas. Mas, segundo ele, os exemplos históricos mostram, também, que nesses períodos como na ciência normal, não há experiências refutadores e um paradigma só será abandonado em função de outro.¹⁶⁸

A aceitação do novo paradigma não se deve apenas a recursos lógicos ou apelos à experiência, mas igualmente à capacidade de persuasão ou "propaganda" feita pelo cientista que defende as novas idéias. Estas seriam aceitas quando os adeptos do antigo paradigma, através de uma espécie de "conversão", aceitassem as novas idéias, ou então, simplesmente, à medida que os mais recalcitrantes fossem morrendo.¹⁶⁹ Para Kuhn, essa "conversão" seria algo semelhante ao que ocorre quando olhamos uma figura como a do cubo ou a da velha e da moça do capítulo II (em 2.1.2) e, subitamente, percebemos uma mudança na figura.¹⁷⁰

As teses de Kuhn foram interpretadas por vários filósofos como uma defesa do caráter subjetivo, irracional e relativista da atividade científica. Afinal, ao que tudo indica, ele estaria defendendo a idéia de que um paradigma não é substituído por outro por ser melhor corroborado, escapar à refutação ou pelas melhores razões e argumentos de seus defensores, mas por razões como persuasão, conversão e morte!¹⁷¹

Em obras posteriores e em um posfácio à segunda edição de sua obra A Estrutura das Revoluções Científicas, em que lançou inicialmente essas idéias, Kuhn procura responder às críticas e esclarecer o que considera como mal-

entendidos, negando que sua posição seja relativista e subjetivista e defendendo a idéia de que há progresso em ciência e que se pode avaliar racionalmente teorias e paradigmas.

Inicialmente, Kuhn tenta esclarecer o que entende exatamente por paradigma, uma vez que emprega — como a filósofa Margaret Masterman assinalou — este termo com pelo menos 21 significados diferentes. Para ela, o paradigma pode ser mito, modelo, tradição de pesquisa, analogia, conjunto de instituições políticas, ponto de vista epistemológico, maneira de ver o mundo, etc.¹⁷²

Para Kuhn, esse termo teria, na realidade, dois significados diferentes: num sentido amplo, para o qual Kuhn criou o termo "matriz disciplinar", abrange o conjunto de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade científica. Neste conjunto encontramos pressupostos metafísicos, como a crença em átomos, campos etc.; generalizações simbólicas, como "força", que são interpretadas com auxílio dos pressupostos metafísicos; juízos de valor a respeito das qualidades de uma teoria, como seu poder de previsão, por exemplo; finalmente, ainda dentro do conceito amplo de paradigma, encontra-se o conceito de "exemplar", que abrange os modelos específicos que servem como guias para a solução de problemas concretos. O exemplar encerra o outro significado, mais estrito, de paradigma.¹⁷³

Uma questão que também não ficou clara é como se

dã a passagem de um paradigma para outro. Pelo menos inicialmente, Kuhn defendeu a tese de que os paradigmas são incomensuráveis. Isto quer dizer que não podemos comparar paradigmas diferentes, porque, apesar de alguns termos serem comuns a ambos, eles são empregados com sentidos diferentes. Sendo assim, podemos sempre reinterpretar enunciados falsificadores, de forma a escapar à refutação, bastando para isso atribuir-lhes um significado diferente.

A incomensurabilidade é reforçada ainda pelo argumento de que mesmo aquilo que chamamos de fato também sofre alterações de acordo com o paradigma adotado.¹⁷⁴ Assim, quando Aristóteles olha para uma pedra que balança amarrada em um fio, ele vê um corpo pesado tentando alcançar seu "lugar natural" (o centro da Terra) e sendo impedido pelo fio. Já Galileu vê o mesmo fenômeno como um corpo repetindo um movimento pendular, cuja amplitude depende do comprimento do fio.¹⁷⁵ Desse modo, como aquilo que vemos segundo o paradigma adotado, não podemos comparar e discutir teorias diferentes. O que chamamos de experiência passa a fazer sentido apenas dentro dos limites colocados pelo paradigma.¹⁷⁶

Mas, neste caso, que critérios teríamos para avaliar teorias e paradigmas diferentes? Como poderíamos comparar, por exemplo, a teoria de flogisto com a de Lavoisier? Kuhn não estaria defendendo a idéia de que não há critérios racionais para decidir quando uma teoria é melhor que outra; como afirmam seus críticos?

Para Kuhn, embora os cientistas sejam treinados dentro de um paradigma, eles também são ensinados a se considerarem inventores e exploradores e é justamente este ensinamento que permite o surgimento de críticas contra o paradigma vigente.¹⁷⁷ Nesse caso, porém, o paradigma não é tão poderoso, nem a ciência normal é tão pouco crítica como Kuhn deu a entender ou, pelo menos, como foi interpretado por seus críticos. Ele admite que, apesar da incomensurabilidade dos paradigmas, há a possibilidade de dois cientistas defensores de paradigmas diferentes se comunicarem pelo menos parcialmente entre si.¹⁷⁸ Quando isto ocorre, apesar de não termos critérios lógicos para avaliar teorias — não podemos demonstrar através de provas lógicas e matemáticas que uma teoria é melhor que outra —, dispomos de padrões de ordem geral para essa avaliação, como o poder de predição, a simplicidade, a capacidade da teoria em resolver problemas, etc., que conferem um caráter racional à capacidade de persuasão de um paradigma.¹⁷⁹

No entanto, esses padrões representam para Kuhn valores que podem ser apreciados de forma diferente: um cientista pode privilegiar o poder de precisão e outro a simplicidade. Os cientistas podem não estar de acordo sobre qual das duas teorias é a mais simples: a aplicação desses valores varia com a personalidade do cientista e, portanto, eles não são equivalentes às regras metodológicas de Popper, não são passíveis de definição e nem podem

ser aplicados de forma mecânica.¹⁸⁰ Enfim, conquanto a chamada experiência da "conversão" não seja totalmente irracional, uma vez que existem valores importantes para esta conversão, eles não são suficientes para garantir a vitória de um paradigma sobre outro.

Kuhn também não acha possível, nem necessário, apelar para o conceito de verdade — no sentido de haver uma correspondência entre conceitos como elêtron, campo etc. com aquilo que realmente existe — ou de verossimilitude. Para ele, não é possível afirmar que há uma aproximação sucessiva das teorias em direção à verdadeira constitui-ção da natureza. O progresso científico consiste apenas em formular teorias mais eficazes e exatas na resolução de problemas, etc.¹⁸¹ Kuhn parece adotar assim uma visão instrumentalista da ciência.¹⁸²

Para Popper, a chamada ciência normal de fato existe, mas

"o cientista 'normal', a meu juízo, foi mal ensinado. (...) todo o ensino (...) devia consistir em educar e estimular o aluno a utilizar o pensamento crítico. O cientista 'normal' (...) é uma vítima da doutrinação. Aprendeu uma técnica que se pode aplicar sem que seja preciso perguntar a razão pela qual pode ser aplicada(...). Admito que esse tipo de atitude existe (...). Só posso dizer que vejo um grande perigo nisso e na possibilidade que tem de tornar-se normal (...): um perigo para a ciência e, na verdade, para nossa civilização".¹⁸³

Isto quer dizer que, apesar de todos os exemplos dados por Kuhn acerca da existência de uma ciência normal não crítica, não devemos concluir que a ciência deva ser

assim. As regras metodológicas de Popper, como vimos, são normativas e aconselham-nos a seguir certas normas se quisermos que o conhecimento científico cresça. Ademais, Popper acredita que mesmo na aplicação prática dos conhecimentos teóricos, que seria para Kuhn um caso de ciência normal, podemos nos defrontar com problemas autênticos, que exigem a correção de alguns de nossos pressupostos. Embora não haja nenhuma revolução científica, o método empregado — de conjecturas e refutações, ou do ensaio e erro — é essencialmente o mesmo.¹⁸⁴ Ao usar este método o "cientista normal" estará sendo crítico e, contrariamente ao que afirma Kuhn, poderá encontrar novidades teóricas e fácticas ao longo de seu trabalho, como ocorreu, segundo Bunge, quando Maxwell descobriu que a viscosidade de um gás não está relacionada à sua densidade.¹⁸⁵ Inúmeras outras surpresas deste tipo ocorreram no curso da chamada ciência normal, pelo menos na física teórica.¹⁸⁶

Kuhn também argumenta que somente a adesão do cientista normal ao paradigma — e sua conseqüente recusa em aceitar refutações — permite que uma teoria seja explorada ao máximo, de forma a ampliar sua capacidade, de resolver problemas, corrigir imperfeições, etc. Uma crítica permanente do paradigma impediria essa expansão e o progresso da ciência.¹⁸⁷ Kuhn parece confundir aqui a escolha da melhor teoria com a escolha de trabalhar em alguma teoria, mesmo refutada, como veremos adiante.

O'Hear comenta que, paradoxalmente, ao nos fazer

compreender as duas visões — a de Aristóteles e a de Galileu — a respeito do movimento de vaivém da pedra, Kuhn refutou sua tese de incomensurabilidade. Seu exemplo revela que podemos, efetivamente, interpretar as teorias de Galileu a respeito do movimento pendular como opostas às teorias de Aristóteles, portanto,

"existe algo comum ao nível da experiência entre as duas posições, a partir da qual a comparação pode começar. Ambos explicavam a mesma coisa e, mesmo que a estivessem vendo de modo diferente, nós podemos ver e avaliar os méritos de ambas as posições".¹⁸⁸

Watkins, por sua vez, mostra que a tese da incomensurabilidade contradiz uma outra tese de Kuhn, a de que os paradigmas são também incompatíveis entre si.¹⁸⁹ Se afirmarmos que o sistema de Copérnico é logicamente incompatível com o ptolomaico, é porque dispomos de critérios lógicos para compará-los, logo, eles não são incompatíveis. Uma coisa não pode ser incompatível e incomensurável ao mesmo tempo!¹⁹⁰

Para Bunge, em qualquer revolução científica alguns princípios filosóficos gerais e parte das teorias científicas são mantidos. Isto quer dizer que as revoluções científicas são parciais, havendo continuidade sob alguns aspectos e descontinuidade sob outros.¹⁹¹ Até mesmo a teoria da relatividade, com todas as suas inovações, preservou quase totalmente a eletrodinâmica clássica. Darwin se inspirou em hipóteses evolucionistas anteriores e teorias econômicas, como a de Malthus.¹⁹² É esta continuidade

parcial que nos permite demonstrar, por exemplo, que a queda de um corpo obedece à lei de Galileu e não aos princípios de Aristóteles, comparando assim dois paradigmas diferentes.¹⁹³

Bunge demonstra também que o conceito de massa na mecânica clássica se reduz ao conceito relativista de massa e, como todas as fórmulas da mecânica newtoniana podem ser deduzidas das fórmulas relativistas quando as velocidades são pequenas em relação à velocidade da luz, é um mito dizer que não há invariante durante a mudança de paradigma.¹⁹⁴

O apelo de Kuhn à história da ciência em defesa de seus argumentos é muito controvertido, uma vez que a história também pode ser interpretada de forma a apoiar idéias que lhe são opostas. Como Popper demonstra, apesar de toda sua importância, a mecânica newtoniana não dominava o século XIX — como era de se esperar de um paradigma —, uma vez que os fenômenos elétricos e eletromagnéticos não eram explicados por forças newtonianas.¹⁹⁵ Do mesmo modo, para Mayr algo muito diferente do que Kuhn descreve ocorreu em relação a genética experimental e ao estudo ecológico das populações — os dois programas de pesquisa se uniram, produzindo a síntese evolucionista moderna.¹⁹⁶ Enfim, argumentos históricos podem ser invocados para defender a tese de que Lavoisier compreendia o significado dos conceitos empregados na teoria do flogisto, o que justamente lhe permitia criticá-los, mostrando, por exemplo,

o caráter ad hoc das hipóteses de seus defensores.

Essas e outras críticas indicariam que, apesar de um paradigma (do mesmo modo que uma teoria), poder orientar a busca e a interpretação de dados, bem como o tipo de solução para determinados problemas, é possível a ocorrência de um choque entre o paradigma (ou a teoria) e os dados. Como diz Watkins;

"...não é verdade que um paradigma reinante exerça uma influência tão monopolizadora sobre o espírito dos cientistas que os incapacite para considerá-lo com espírito crítico..."¹⁹⁷

Para Watkins, os argumentos de Kuhn não são suficientes para excluir a possibilidade de se fazer uma escolha racional entre paradigmas como os de Ptolomeu e Copérnico, uma vez que, sendo teorias rivais, há a possibilidade de planejar e realizar experimentos cruciais, como a da paralaxe estelar.¹⁹⁸

Para outros críticos, Kuhn não se limitou, em obras posteriores, a esclarecer mal-entendidos e sim modificou sensivelmente algumas de suas posições — pelo menos da forma como elas foram interpretadas por muitos filósofos —, diminuindo a amplitude do conceito de paradigma, reconhecendo a possibilidade de "tradução" dos termos de um paradigma para outro e defendendo a existência de padrões e valores racionais de escolha entre paradigmas. Estaríamos, portanto, diante de duas versões significativamente diferentes das idéias de Kuhn.¹⁹⁹

Alguns autores, como Joseph Sneed e Wolfgang Stegmüller, tentaram reformular o conceito de teoria de modo a compatibilizar as teses de Kuhn com a racionalidade das revoluções científicas. Valendo-se de todo um aparato lógico e matemático, eles procuraram demonstrar que uma teoria não deve ser interpretada como um conjunto de enunciados, mas sim como um conjunto de fórmulas e de aplicações dessas fórmulas.²⁰⁰ Além da visão instrumentalista nela presente, esta proposta só pode ser aplicada, até o momento, a teorias axiomatizadas da física clássica, e mesmo assim tem sido criticada não só por filósofos, como Bunge, mas também por alguns físicos.²⁰¹

Em resumo, podemos afirmar que, para Popper, Bunge, Watkins e todos os que defendem a existência de critérios objetivos, normativos e racionais na avaliação das teorias científicas, os padrões ou valores propostos por Kuhn são, em suas primeiras obras, muito ligados a fatores sociais e, por isso, incompatíveis com a objetividade científica.

Já na segunda "versão", os valores de Kuhn tornam-se muito indefinidos e, se levarmos em conta a ausência da idéia de verdade por correspondência e a ênfase de Kuhn em uma posição instrumentalista, podemos compreender por que, para estes filósofos, Kuhn não consegue escapar do relativismo e do subjetivismo.

Para os filósofos antipopperianos e anti-indutivistas, resta a opção de desenvolver as idéias de Kuhn em

dois caminhos opostos: modificando-as, de modo a produzir critérios mais precisos e objetivos para a avaliação das teorias científicas; ou radicalizando a tese sociológica, de forma a mostrar que todo o conhecimento é completamente determinado por fatores sociais não objetivos e não racionais, estabelecendo assim que qualquer critério de avaliação será sempre relativo à época em que foi gerado. Como veremos, os dois caminhos foram seguidos.

5.4.2. Lakatos e os programas de investigação científica

Conforme foi visto no início deste capítulo (em 5.1.2), parece perfeitamente sensata a exigência de Popper de que as hipóteses, leis e teorias científicas devam ser refutáveis, proibindo ou excluindo certos estados de coisas. Caso contrário, não estaríamos dizendo nada a respeito do mundo, nem seria possível o progresso científico. Daí a exigência de Popper de que

"...os critérios de refutação devem ser estabelecidos anteriormente: deve-se definir que situações observáveis refutarjam a teoria se fossem realmente observadas".²⁰²

Como veremos no próximo capítulo, é justamente o risco de uma teoria científica ser refutada experimentalmente que nos permite estabelecer uma fronteira, de um lado da qual estariam as ciências factuais, e do outro as ciências formais, as teorias metafísicas e as pseudociências. Assim, para Popper, enquanto a teoria newtoniana pode ser, e efetivamente foi, refutada, a psicanálise não se

ria uma ciência justamente por não ser testável e ser "irrefutável". Afinal, qualquer comportamento humano ou resultado clínico pode ser interpretado de forma a confirmar a teoria psicanalítica.²⁰³

No entanto, contrariando Popper, Lakatos defendeu a idéia de que "são exatamente as teorias científicas mais admiradas que simplesmente falham em proibir qualquer estado observável de coisas", ou seja, para Lakatos, as teorias científicas seriam irrefutáveis!²⁰⁴

Para ilustrar sua tese, Lakatos imagina um caso em que, à semelhança da descoberta de Netuno, um planeta hipotético apresenta um desvio de sua trajetória, calculada segundo as leis de Newton, e um físico supõe que outro planeta, ainda desconhecido, seria o responsável por este desvio. No entanto, como a massa desse planeta é muito pequena, ele não pode ser localizado pelos telescópios atuais. Um telescópio mais potente é construído, mas mesmo assim o planeta não é observado. Mais uma vez, o cientista não considera que a teoria de Newton tenha sido refutada, e sugere que uma nuvem de poeira cósmica poderia estar ocultando o planeta. São enviados satélites para localizar a nuvem, mas ela não é detectada. O cientista sugere então que um campo magnético naquela região perturbou os instrumentos do satélite. Um novo satélite é enviado — e o campo não é encontrado. Novamente, em vez de se considerar refutada a teoria newtoniana, uma nova e engenhosa hipótese poderá ser formulada ... e o processo pode conti

nuar indefinidamente!²⁰⁵

Com este exemplo, Lakatos pretende mostrar que mesmo teorias como a da gravitação newtoniana são incapazes de proibir qualquer estado observável de coisas. A teoria só poderia ser considerada refutada se admitíssemos que as condições iniciais descritas no início da experiência constituem os únicos fatores relevantes, ou seja, que não há nenhum outro fator, em qualquer parte do universo, influenciando sobre nosso teste. Mas esta suposição, chamada por Lakatos de cláusula ceteris paribus, não pode ser verificada e poderá ser sempre modificada — de forma não ad hoc, como os exemplos de Lakatos mostram —, de modo que a teoria não seja refutada. Assim, o que poderia ser uma refutação, transforma-se em uma anomalia que pode ser atribuída a uma hipótese adicional incorreta.²⁰⁶

Entretanto, para Popper, nem todos os movimentos não-newtonianos podem ser interpretados como causados por outros planetas, e a história de Lakatos e a da descoberta de Netuno não podem ser generalizadas para todas as possibilidades de refutação. No caso de Netuno, havia uma previsão que, a priori, era extremamente improvável e a corroboração que esta descoberta conferiu à mecânica newtoniana deve-se justamente ao fato dela ter sido um teste severo de falsificar a teoria.²⁰⁷

Popper menciona alguns acontecimentos que refutariam a teoria de Newton: se a velocidade de um planeta permanecesse constante — ou diminuísse em vez de acelerar —

quando chegasse perto do Sol; se a órbita de alguns planetas fossem aproximadamente retangulares em vez de elípticas; se a luz saísse de sua órbita pela tangente; se as maçãs de uma árvore subissem do chão em vez de cair, etc. Hã, enfim, uma infinidade de falseadores potenciais da teoria newtoniana que não podem ser explicados por novas hipóteses adicionais.²⁰⁸ Além disso, para Popper, cláusulas do tipo ceteris paribus, justamente por nunca poderem ser satisfeitas, esvaziam o conteúdo empírico de uma teoria, devendo, portanto, ser evitadas.

Contudo, como diz O'Hear, a órbita estranha de um planeta pode ser explicada por foguetes potentes nele instalados (quem sabe por algum extraterrestre).²⁰⁹ As maçãs podem ter subido devido a fios muito finos, praticamente invisíveis, argumenta Watkins.²¹⁰ Enfim, também é possível explicar os exemplos de Popper de forma a evitar que a teoria de Newton seja refutada.

Apesar disso, para Watkins, a tese de Lakatos é trivial, no sentido de que sã se aplica ao núcleo central de uma teoria, isto é, ao conjunto de suposições fundamentais da teoria, que por si sã, não pode ser diretamente testado ou refutado. Mas, uma vez enriquecido com hipóteses adicionais, obtemos um novo conjunto que, segundo Watkins, constitui uma teoria em sentido mais amplo, sendo então capaz de gerar premissões testáveis, como é o caso da mecânica newtoniana desenvolvida por Newton e Laplace.²¹¹ Desse modo, quando falamos que uma teoria é refu-

tável, estamos utilizando o termo "teoria" para todo o conjunto formado pelo núcleo básico e pelas hipóteses adicionais. Se algumas dessas hipóteses forem modificadas, estaremos diante de uma nova teoria, ligeiramente diferente da anterior.²¹²

Embora a teoria de Einstein seja a única capaz de explicar a anomalia de Mercúrio, talvez seja possível alterar algumas das hipóteses adicionais da mecânica newtoniana, preservando seus princípios fundamentais, de modo a dar conta da anomalia. Neste caso, para Watkins, teríamos uma nova teoria. Por outro lado,

"a única maneira pela qual poderíamos ser obrigados a concordar que esta maneira existe, seria apresentando efetivamente esta modificação(...). Neste caso, nós teríamos de pesquisar se, além de explicar o exemplo refutador, [a anomalia de Mercúrio, por exemplo] (...) a nova hipótese não é refutada por outra evidência e explica tudo que a teoria aceita no momento (a teoria de Einstein) explica. Se as respostas a estas questões forem positivas, então nós temos (...) uma séria rival da teoria aceita no momento".²¹³

Portanto, ainda que o procedimento de Lakatos de preservar os princípios fundamentais de uma teoria de refutação seja teoricamente possível, a história da ciência mostra que nem sempre isso ocorre.

Além disso, a demarcação entre ciência factual e outras formas de conhecimento poderia ser preservada. Com efeito, nem o núcleo central da teoria freudiana nem o da teoria newtoniana podem ser submetidos diretamente ao confronto experimental, mas esta última possui consequên-

cias testáveis e refutáveis quando acopladas a hipóteses auxiliares.²¹⁴ Alguns filósofos, no entanto, defendem o ponto de vista de que a psicanálise pode ser experimentalmente testada, como veremos no próximo capítulo.

Lakatos se vale também de exemplos históricos para mostrar que o critério de Popper da falseabilidade não é coerente com a atitude efetivamente adotada pelos cientistas. Para Lakatos, a teoria de Ptolomeu só foi refutada em 1838, quando se pôde medir a paralaxe das estrelas. No entanto, muito antes disso os cientistas já tinham aceito que a teoria de Copérnico era melhor que a de Ptolomeu. Mas era justamente aquela teoria que enfrentava uma série de refutações por não concordar com as observações astronômicas, originadas, por exemplo, do fato de que Copérnico previa órbitas circulares, em vez de elípticas, para os planetas. Sendo assim, a sugestão de Popper de que uma teoria refutada não deve ser aceita, não é seguida na prática científica. Teríamos então de considerar que esta prática é, segundo os critérios de Popper, irracional.²¹⁵

Lakatos sugere então novos critérios — mais coerentes com aquilo que realmente ocorre na prática científica — para explicar por que a atitude de ignorar as refutações pode ser considerada racional. Partindo de algumas idéias de Popper, mas criticando seu critério de falsificação, procura elaborar uma nova metodologia, para avaliar não teorias isoladas, mas uma série de teorias, ou o

que chama de programa de pesquisa científica. Um programa de pesquisa é formado por um "núcleo", ou "centro firme", um "cinturão protetor" e uma "heurística". O núcleo consiste nos pressupostos fundamentais de uma teoria e se mantém constante ao longo de todo o programa, à medida que as teorias são modificadas ou substituídas por outras.²¹⁶ Mudanças no núcleo significam mudanças de programa, como veremos adiante.

As três leis do movimento e a lei da gravitação de Newton,²¹⁷ a necessidade do movimento circular dos astros;²¹⁸ a afirmação de que a evolução é uma alteração na frequência dos genes de uma população;²¹⁹ a tese de que a combustão envolve a calcinação e a liberação do flogisto,²²⁰ eis alguns exemplos de núcleos dos programas de pesquisa da mecânica newtoniana, do sistema de Ptolomeu, da genética das populações e do flogisto, respectivamente.

A denominação de programa de pesquisa, em vez de teoria, seria mais adequada nesses casos, porque, para Lakatos, houve, na realidade, uma série de teorias diferentes com um núcleo comum a todas elas. Este núcleo é mantido irrefutável, porque cada vez que surge uma anomalia, modifica-se alguma hipótese adicional de forma a "proteger" o núcleo, impedindo sua refutação — como ocorreu no exemplo de Lakatos da anomalia por movimento de um planeta hipotético, ou na construção de epiciclos por Ptolomeu.²²¹ Ou ainda quando os defensores do programa do flogisto afirmaram que uma substância não queima no vácuo porque é

necessária certa quantidade de ar para absorver o flogisto liberado na combustão; ou que o peso da substância calcinada aumentou porque o flogisto tem peso negativo, etc.

Essa coleção de hipóteses auxiliares, que podem ser modificadas e que mantêm o núcleo irrefutado, forma o cinturão protetor do programa. Portanto, ao elaborar suas hipóteses, o cientista orienta-se por regras que especificam o núcleo que deve ser mantido irrefutável e que formam a heurística negativa do programa. Ele orienta-se também por sugestões ou palpites de como desenvolver e sofisticar o cinto de proteção do programa e como aplicá-lo na resolução de problemas que fazem parte da heurística positiva do programa.²²²

Este teria sido o modo de proceder de Newton, ao criar inicialmente um modelo de sistema planetário que desprezava a extensão do Sol e dos planetas e as forças interplanetárias. A seguir, tendo solucionado certas dificuldades matemáticas, sofisticou seu modelo, passando de massas puntiformes para massas esféricas. Levando em conta as forças interplanetárias, corrigiu novamente o modelo, aplicando-o a planetas achatados nos pólos, em vez de esféricos. Agindo assim, ele ignorou certos fatos que, pelo menos inicialmente, poderiam ser considerados como refutações ao seu modelo primitivo. Estes fatos eram tratados como anomalias e impedidos pela heurística negativa de atingir os fundamentos de sua teoria. Eles atingiam apenas o cinturão protetor do programa, formado pelas hipó

teses auxiliares que estabelecem as condições iniciais, pela ôtica geométrica, pela teoria de Newton da refração atmosférica etc.^{2 2 3} Finalmente, através de uma heurística positiva, que no caso de Newton consistia nos cálculos diferencial e integral, os modelos eram progressivamente sofisticados, de forma a explicar as anomalias.^{2 2 4}

Desse modo, o modelo de Lakatos procura explicar por que na elaboração de um programa de pesquisa — contrariamente às recomendações de Popper — aceitam-se hipóteses aparentemente refutadas, que conflitam com certos dados experimentais. Era assim que Newton procedia ao sofisticar sua teoria quando esta se mostrava incapaz de resolver certos problemas, em vez de abandoná-la de imediato. Mas por que este procedimento seria racional? Além disso, se o núcleo que caracteriza um programa de pesquisa não pode ser refutado, como Lakatos explicaria a substituição do programa de Ptolomeu pelo de Copérnico, do flogisto pelo de Lavoisier, ou da mecânica newtoniana pela relatividade de Einstein?

Para Lakatos, um programa de pesquisa progride se cada mudança nas hipóteses auxiliares que formam o cinturão protetor gera novas e inesperadas previsões e, além disso, se pelo menos algumas destas previsões são corroboradas. Se somente a primeira exigência for atendida, ele é teoricamente progressivo; se a segunda também ocorrer, ele será empiricamente progressivo.^{2 2 5} Este é o caso do programa newtoniano, pelo menos em sua fase inicial.

Quando, por outro lado, as modificações passam a ser ad hoc, servindo apenas para salvar o núcleo do programa, sem prever fatos novos (ou, como diz Popper, sem aumentar o conteúdo empírico da teoria) — como ocorreu com o programa de Ptolomeu —, ele estará "degenerando" e poderá então ser suplantado por outro programa mais progressivo que estiver disponível ou que for futuramente constituído.²²⁶ Assim, embora um programa de pesquisa nunca seja refutado, dispomos de uma razão objetiva para rejeitá-lo: isto ocorrerá quando houver um programa de pesquisa rival que explique o êxito do programa anterior e que demonstre uma maior "força heurística", isto é, maior capacidade de prever fatos novos.²²⁷

Assim, para Lakatos, a recusa do cientista em aceitar refutações ao núcleo central de seu programa será racional enquanto o programa for capaz de modificar as hipóteses auxiliares, de forma a gerar previsões de fatos novos. Do mesmo modo, será racional recusar um programa, não por causa das refutações, como quer Popper, mas quando ele for incapaz de prever fatos novos. Como diz Lakatos,

"Um programa de investigação nunca soluciona todas as suas anomalias. Existem sempre muitas 'refutações'. O que importa é a existência de alguns sinais dramáticos de progresso empírico (...). Um programa supera a outro se prediz progressivamente tudo o que é previsto corretamente por seu rival e algumas coisas adicionais."²²⁸

É a capacidade de prever fatos novos que torna o programa de Copérnico superior ao de Ptolomeu, ou o de Lavoisier ao do flogísto. Segundo Musgrave, este programa consistia em uma série de hipóteses ad hoc inconsistentes entre si.²²⁹ É o próprio Lavoisier que declara que

"Os químicos elaboraram um princípio vago, sem definição precisa, que se acomoda a qualquer explicação exigida. Às vezes ele é pesado, e às vezes não; às vezes é livre como o fogo, e às vezes está combinado com elementos terrestres; às vezes passa pelos poros dos recipientes, e às vezes estes lhe são impenetráveis (...). É um verdadeiro Proteus que muda de forma a cada minuto."²³⁰

Segundo Oldroyd, o modelo de Lakatos é uma espécie de síntese entre as idéias de Popper e Kuhn. O paradigma corresponderia ao núcleo do programa e a heurística positiva, enquanto a mudança de núcleo corresponderia a uma mudança de paradigma. Contrariamente a Kuhn, porém, Lakatos procura justificar racionalmente esta mudança valendo-se das idéias de Popper de conteúdo empírico e hipóteses ad hoc. Diferentemente de Popper, porém, Lakatos atribui maior importância à previsão de fatos novos, em vez de experiências cruciais e refutações.²³¹

Para vários filósofos, o modelo de Lakatos reflete melhor o que ocorre na história da ciência. Diversos estudos históricos importantes foram realizados a partir desse modelo, para explicar, por exemplo, como o programa de Lavoisier superou o do flogísto, o de Einstein ao de Lorentz, o de Copérnico ao de Ptolomeu, a ótica ondulatória à teoria corpuscular, etc.²³²

No entanto, o sistema de Lakatos apresenta vários pontos fracos. É difícil precisar o que constitui a heurística positiva de um programa ou seu núcleo. Não se pode dizer que havia um consenso entre os defensores da teoria de Newton sobre qual era o núcleo desse programa. Para explicar anomalias como a de Mercúrio, por exemplo, alguns físicos aventaram a hipótese de que a atração não seria exatamente proporcional ao inverso do quadrado da distância, mas sim à distância elevada à potência de 2,0000001612, de forma a corrigir a diferença entre o observado e o previsto.²³³ O núcleo do programa foi ou não alterado?

Além disso, os argumentos históricos usados por Lakatos para mostrar que as teorias já nascem refutadas — isto é, rodeadas por anomalias não explicadas — também podem ser contestados, como faz Watkins para com a alegação de que isto teria ocorrido com a teoria de Kepler.²³⁴

Watkins chama ainda a atenção, para o que julga uma falha séria de Lakatos: ele estaria confundindo duas atitudes diferentes: um cientista pode aceitar que uma teoria é a melhor das teorias concorrentes porque não foi refutada, resistiu melhor a testes severos, etc., mas, apesar disso, poderá decidir trabalhar em uma teoria inferior — porque refutada — justamente para eliminar as contradições entre as previsões e os testes, de forma a corrigir e aperfeiçoar esta última.

Mas isto não quer dizer que ele tenha "ignorado" a refutação, ou que considere a teoria na qual trabalha a

melhor naquele momento. Lakatos estaria identificando, er roneamente, a decisão de trabalhar para aperfeiçoar uma teoria, com a escolha da melhor teoria.²³⁵

Um cientista pode, por exemplo, aceitar uma ver são sofisticada de Ptolomeu como a melhor teoria, por con cordar com todas as observações astronômicas, mas procu rar aprimorar a teoria de Copérnico — que, por prever ór bitas circulares para os planetas, é incompatível com cer tas observações —, de modo a eliminar essas contradições. Essa atitude é perfeitamente racional e está de acordo com critérios de Popper de não aceitarmos contradições e procuramos eliminá-las, modificando a teoria contraditō ria.²³⁶

Assim, a teoria não refutada continua a ser consi derada a melhor teoria em seu campo, o que não impede que uma das teorias "refutadas" seja corrigida e venha a to mar seu lugar. Mas, neste caso, a refutabilidade continua a ter um papel relevante na decisão de escolher a melhor teoria, e, por isso, continua a ser importante apontar as condições que, em princípio, a refutariam.

Lakatos incorre no mesmo tipo de confusão quando afirma que rejeitar um programa de pesquisa significa dei xar de trabalhar nele por sua incapacidade de gerar previ sões novas: um cientista pode deixar de trabalhar em uma teoria que ele considera a melhor em seu campo, simplesmen te porque não vê nenhuma maneira de aprimorá-la. Neste ca

so, Lakatos confunde a decisão de rejeitar uma teoria com a de deixar de trabalhar nela.²³⁷

Em resumo, para Watkins, embora os filósofos da ciência tenham algo a dizer a respeito da avaliação das teorias científicas, tentando descobrir critérios para escolher a melhor entre duas ou mais teorias, não lhes compete dizer aos cientistas em qual teoria devem trabalhar.²³⁸

O sistema de Lakatos enfrenta ainda uma dificuldade mais séria. Vimos que um programa de pesquisa será rejeitado se estiver degenerando e houver outro programa rival de maior poder heurístico, isto é, capaz de prever novos fatos. Mas, surpreendentemente, Lakatos afirma que não podemos saber quando um programa está liquidado ou não: é possível que um programa em degeneração seja reabilitado e suplante seu rival, desde que alguns cientistas continuem trabalhando nele. Em outras palavras, nem a derrota de um programa em degeneração, nem a vitória de um programa progressivo são irreversíveis, não sendo pois irracional aderir a um programa em degeneração esperando reabilitá-lo, mesmo depois de sua suplantação por um rival.²³⁹

Dentro dessa linha de raciocínio, não fica claro por que deveríamos preferir um programa progressivo a um degenerativo, ou seja, por que esta escolha seria racional pelos critérios de Lakatos. Como diz Oldroyd, talvez a única regra que Lakatos possa dar seja a de que devemos

expor honestamente as anomalias e o caráter ad hoc de cada programa, de forma a avaliar o mérito relativo de cada um.²⁴⁰

Não é de surpreender, portanto, que, na ausência de um critério para a escolha entre dois programas de pesquisa, alguns filósofos apontem a necessidade de se utilizar critérios sociológicos nessa escolha. Já outros filósofos afirmam que não há regra alguma para se preferir uma teoria a outra (ou um programa a outro) e nem mesmo nenhuma razão para se preferir o método científico a qualquer outro, uma vez que todos são igualmente válidos. Este ponto de vista foi defendido pelo filósofo Paul Feyerabend, como veremos a seguir.

5.4.3. O anarquismo epistemológico de Feyerabend

Não existem normas que garantam o progresso da ciência e a diferenciem de outras formas de conhecimento; a ciência não tem um método próprio nem é uma atividade racional; a história mostra que o progresso científico ocorre quando se age segundo novas idéias contrárias à metodologia vigente e consideradas irracionais à luz das metodologias antigas.

Enfim, a ciência é um empreendimento anárquico e o único princípio que não inibe o progresso é "vale tudo" ou "qualquer coisa serve". Estas são algumas das idéias defendidas por Feyerabend, que se auto-intitula um "anarquista epistemológico" que "não apenas não tem programa como é contra todos os programas".²⁴¹

Na defesa de suas idéias, Feyerabend recorre à história da ciência para mostrar que os cientistas não agem da forma preconizada por Popper, Lakatos ou qualquer outro filósofo da ciência. Ele tenta mostrar que é justamente por não seguir nenhum método que a ciência é capaz de realizar algum progresso — embora negue que ela seja superior a qualquer outra forma de conhecimento.²⁴² Para Feyerabend, os avanços ocorrem justamente quando defendemos novas idéias que, à luz dos padrões da época, são consideradas irracionais, isto é, quando algumas pessoas pensam de forma diferente das normas de pensamento admitidas como corretas.

Justamente por isso, a ciência não pode ser considerada uma atividade racional e a melhor forma de estimular o progresso científico é deixar que as teorias floresçam sem qualquer restrição metodológica. É aplicar, portanto, um "anarquismo epistemológico", um "pluralismo teórico", enfim, um "vale tudo".²⁴³

Segundo Feyerabend, Galileu agiu desse modo ao ir contra a física e a cosmologia de Aristóteles, que eram, na época, amparadas pelo senso comum: é óbvio que a Terra está parada e seria irracional supor que ela se move.²⁴⁴ Ainda segundo Feyerabend, embora aparentemente Galileu tenha usado argumentos, na realidade ele recorreu a "artifícios psicológicos" e à "propaganda" para convencer seus leitores do movimento da Terra.²⁴⁵ Como Aristóteles acreditava que as leis que valiam para a Terra eram diferen-

tes das leis para os corpos celestes, e como, além disso, algumas observações feitas ao telescópio por Galileu eram inconsistentes para a época (a Lua aparecia aumentada, mas as estrelas não), não havia nenhum motivo racional para acreditar nas evidências obtidas por Galileu com seu telescópio — de acordo com o sistema de racionalidade da época.²⁴⁶ Na realidade, de acordo com esses padrões, seria Galileu o irracional! Mas então os avanços da ciência dependeriam destes atos e pensamentos irracionais, como quer mostrar Feyerabend.

Aqui surgem dois problemas: um é o de conferirmos à história da ciência — que é apenas uma reconstrução hipotética dos fatos — o poder de agir como árbitro nessa disputa. O outro foi levantado por Watkins em relação a Lakatos e se aplica também a Feyerabend: a metodologia de Popper não afirma que os cientistas devam deixar de trabalhar em teorias refutadas ou com contradições. Assim, ao afirmar que os cientistas nem sempre respeitam as regras de refutação de Popper, Feyerabend estaria incorrendo no mesmo erro de Lakatos, isto é, estaria confundido a decisão de aceitar (ou rejeitar) uma teoria com a decisão de trabalhar (ou não) nela para eliminar a contradição.²⁴⁷

O anarquismo epistemológico de Feyerabend é, de certa forma, uma visão extrema das idéias de Kuhn. Para Feyerabend, a mudança de um paradigma a outro realmente implica em uma nova visão de mundo, apresentando conceitos completamente diferentes dos anteriores e teorias in-

comensuráveis.²⁴⁸ Mas como os argumentos de Feyerabend são principalmente históricos, cabe mostrar aqui, do mesmo modo que vimos em relação à tese de Kuhn, que a história também pode ser interpretada de forma a apoiar a idéia de que é possível uma discussão crítica e racional de paradigmas diferentes. Ademais, todas as críticas feitas a Kuhn contra a tese da incomensurabilidade dos paradigmas se aplicariam aos argumentos de Feyerabend.

Feyerabend não estaria errado ao afirmar que novas idéias, que rompem com idéias antigas e arraigadas, podem ser fundamentais para o progresso científico. Isto realmente ocorreu, por exemplo, com a relatividade e a mecânica quântica. Assim, a proliferação de teorias pode ser vantajosa para o progresso do conhecimento. Mas, como diz o filósofo Ernest Gellner, esse progresso só acontecerá se dispusermos de algum critério para selecionar algumas das teorias alternativas. Caso contrário, haverá apenas um acúmulo crescente de teorias e, nessas condições, em que sentido poderíamos dizer que houve algum progresso?²⁴⁹

É difícil compreender como o anarquismo epistemológico possa fazer a ciência florescer sem algum critério objetivo de seleção. Para Gellner, o reconhecimento de que em alguns casos houve — pelo menos aparentemente — um comportamento diferente do previsto pela epistemologia de Popper, Lakatos ou outro filósofo da ciência não leva à conclusão de que tudo é válido, assim como a dificuldade de diferenciar a ciência da não-ciência, pelo menos em

certas condições, não leva à conclusão de que isto não possa ser feito.²⁵⁰ Aliás, os argumentos de Feyerabend voltam-se contra ele mesmo. Como poderia concluir que algumas teorias são mantidas, mesmo quando entram em contradição com fatos, sem dispor de um critério objetivo que lhe permitisse reconhecer que a teoria contradiz esses fatos?²⁵¹ Com que base ele afirma que a história da ciência evidencia que o comportamento do cientista ao violar certas regras metodológicas não é acidental, isto é, não é fruto apenas de desatenções que poderiam ser evitadas, e sim de atitudes necessárias para o progresso da ciência?

Feyerabend afirma não estar defendendo nenhuma metodologia, mas, ao mesmo tempo, declara que realizou uma espécie de estudo de campo, semelhante ao efetuado pelos antropólogos, para estudar a história da ciência e estabe^{le}cer suas conclusões.²⁵² Mas será que neste estudo Feyerabend não teve que checar evidências, analisar dados, testar hipóteses, descobrir incoerências, enfim, será que não foi preciso empregar algum método, como o do ensaio e erro, por exemplo?

Talvez Feyerabend devesse se restringir a afirmar que há incoerências e problemas não resolvidos em todas as metodologias propostas e, devido a seus próprios argumentos, devesse se abster de qualquer recomendação, como a de que se deve estimular o florescimento de teorias. Além disso, a existência de problemas não leva necessariamente a abandonarmos a busca de uma metodologia.

Segundo a tese de Feyerabend, não há qualquer padrão ou norma para se fazer uma distinção entre ciência e pseudociência ou para uma avaliação racional das teorias científicas. Mas, neste caso, diz Bunge

"não poderíamos explicar por que a ciência avançou tão rapidamente, se não em direção a teorias mais verdadeiras, pelo menos em direção a novos problemas, novas leis e novos fenômenos, enquanto pseudociências como a astrologia se limitam a repetir os mesmos ensinamentos e princípios estabelecidos por Ptolomeu, há mais de dois mil anos atrás."²⁵³

Um defensor do "anarquismo epistemológico" não poderia condenar ou proibir qualquer tipo de charlatanice. Aliás, seria mesmo impossível afirmar que algo é uma charlatanice. Qualquer poção mágica que cure todas as doenças pode ser comercializada sem qualquer restrição — mesmo que as pesquisas indiquem que o produto é tóxico —, uma vez que não dispomos de qualquer critério, nem lógico nem experimental, para afirmar que ela funciona ou não ou que é melhor ou pior que qualquer medicamento.²⁵⁴

Enfim, como diz Bunge, quando afirmamos que "vale tudo", estamos dizendo também que "nada vale", ou então, como diria Popper, se uma teoria nada proíbe e tudo explica, ela nada explica — e isto vale também para teorias metacientíficas, como a de Feyerabend.²⁵⁵

Finalmente, o que resta, segundo Feyerabend, como base para nossa escolha entre ciência ou qualquer superstição? Para Feyerabend, um "cidadão amadurecido é uma pessoa que aprendeu a tomar decisões ... a escolher consciên

temente".²⁵⁶ Para se preparar para essa escolha, a pessoa

"estudará as ideologias mais importantes em termos de fenômenos históricos, estudará a ciência como um fenômeno histórico e não como o único e sensato meio de enfrentar um problema. Estudará a ciência a par de outros contos de fadas, tais como os mitos de sociedades primitivas de sorte a contar com as informações necessárias para chegar a uma decisão livre".²⁵⁷

Após este processo de educação geral, Feyerabend propõe que todos — cientistas e não cientistas — decidam através de votação a respeito da verdade referente à teoria da evolução, à teoria quântica, etc.²⁵⁸

Mas como seria esse voto? Presume-se que antes de decidirmos se alguém é culpado ou inocente de um crime em um tribunal, vamos querer ouvir provas, checar evidências, verificar se não há contradições entre o que a testemunha diz e outros depoimentos, etc. Mas, ao agirmos assim, não estaremos procurando padrões e normas objetivas que possam nos orientar nesta escolha, mesmo que não tenhamos a certeza de descobrir a verdade?

Enfim, talvez a solução mais coerente com a filosofia de Feyerabend seja simplesmente admitir que, como não há escolha nem avaliação objetiva ou racional de qualquer teoria, todas as escolhas e avaliações são determinadas pelas condições sociais da época. Esta é a premissa básica de alguns representantes da sociologia do conhecimento, como veremos a seguir.

5.4.4. A Sociologia do Conhecimento

Não é preciso ser sociólogo para compreender que muito de nosso comportamento e de nossas idéias é moldado por fatores sociais. Como as teorias científicas são construções humanas, é não só legítimo mas também necessário estudarmos a influência desses fatores na atividade científica. Na verdade, um dos méritos de Kuhn foi justamente chamar a atenção para este ponto.

Mais recentemente, alguns representantes da chamada sociologia do conhecimento, levando este projeto adiante, defenderam uma tese ainda mais radical: a formulação e a avaliação de uma teoria científica, assim como todo o conhecimento humano, são determinados pelas condições sociais de uma época. Isto quer dizer que as teorias científicas, assim como todas nossas idéias e nossos padrões de avaliação mudariam de época para época, em função apenas de fatores sociais.²⁵⁹

Esta linha de raciocínio não é exatamente nova. Em ciência natural temos um exemplo famoso de uma teoria que despertou longos e polêmicos debates a respeito da influência de fatores sociais em sua origem e avaliação. Segundo Ernst Mayr,

"... de tempos em tempos historiadores têm afirmado que a teoria da evolução por seleção natural foi inspirada pela situação econômica e social da Inglaterra na primeira metade do século XIX. O argumento invocado é que a seleção natural é o resultado da luta pela sobrevivência, um conceito que Darwin teria aprendido de Malthus.

De forma mais ampla, alega-se também que a teoria de Darwin foi produto da revolução industrial, com sua violenta competição, miséria, pobreza e luta pela sobrevivência; ou então um produto da substituição do feudalismo (monarquia) pela democracia".²⁶⁰

Várias objeções podem ser feitas contra esta análise das idéias de Darwin. Em primeiro lugar, entre os vários princípios da teoria de Darwin — existência de variedade entre indivíduos, a hereditariedade desta variedade etc. — apenas um pode ser atribuído a Malthus: o crescimento desproporcional entre uma população e seus recursos alimentares.²⁶¹ Mesmo este princípio pode ser encontrado em várias outras leituras anteriores que Darwin fizera. Como diz Mayr, qualquer outra leitura sobre este tema (como a obra de Benjamim Franklin sobre a superfecundidade e suas conseqüências, por exemplo) que Darwin tivesse feito naquele momento teria tido provavelmente o mesmo efeito sobre sua mente, já madura para captar o princípio de seleção natural.²⁶² Além disso, a tese econômica de Malthus ficou de fora da teoria darwiniana — Darwin não estava interessado sobre o que devíamos fazer em relação à luta pela sobrevivência ou se isto era "certo" ou "errado" —, estando presente apenas no chamado "darwinismo social", proposto, não por Darwin, mas por Herbert Spencer. A teoria de Spencer tinha realmente implicações políticas e sociais, sendo utilizada francamente para apoiar o "laissez-faire" capitalista. No entanto, devido a sua aceitação dos princípios finalistas de Lamarck, a teoria de Spencer é incompatível com a evolução darwiniana, sendo

rejeitada pelos biólogos atuais.²⁶³

Vamos admitir que realmente haja uma influência de fatores sociais na elaboração de teorias. Até aí não há nada de problemático para qualquer filósofo da ciência: ao avaliarmos uma teoria científica não estamos preocupados com sua origem, e sim como ela se sai nos testes em comparação com outras teorias. Mas será que esta avaliação também é inteiramente determinada por fatores sociais?

Voltemos ao exemplo de Darwin. Se o conceito de seleção natural refletisse realmente o "espírito da época", isto é, se ele fosse determinado apenas pelas condições sociais reinantes, era de se esperar que tivesse, de modo geral, uma boa aceitação por cientistas e leigos. Em vez disso, porém, o darwinismo foi quase unanimemente rejeitado, e ao longo dos 80 anos que se seguiram à publicação oficial do "Origens", em 1859, diversas alternativas — que não envolviam o conceito de seleção natural — foram propostas, se tornando até mesmo mais populares.²⁶⁴ No entanto, talvez esta reação também possa ser explicada por motivos ideológicos e pressões sociais. Afinal a teoria de Darwin era capaz de explicar uma série de fenômenos — a homologia, a distribuição geográfica de animais e plantas, a adaptação, as semelhanças anatômicas e fisiológicas entre espécies diferentes, etc. — que eram inexplicáveis, ou que entravam em conflito com outras teorias da época, como o fixismo (as espécies são fixas e imutáveis). Além disso, a teoria de Darwin era capaz de pre-

ver fatos novos, podendo, portanto, ser submetida a testes independentes, de modo não ad hoc. Aparentemente, estamos diante de uma boa teoria científica, que a princípio deveria ser entusiasticamente recebida pelos cientistas da época.

No entanto, apesar de todo este sucesso relativo, o darwinismo apresentava uma série de problemas não resolvidos. Além dos cálculos de Lord Kelvin, que conferiam uma idade muito pequena a nossa planeta para que a evolução ocorresse, Darwin ignorava as causas do aparecimento de novas características e o mecanismo de sua transmissão. Para responder a estas e outras críticas, apelou para a herança dos caracteres adquiridos, contaminando sua teoria com idéias lamarckistas, hoje abandonadas e já questionadas na época.

Na realidade, foi somente após a descoberta das leis de Mendel da herança e da origem das variações (mutação) que o conceito de seleção natural pôde ser incorporado a uma teoria — o neodarwinismo ou teoria sintética da evolução — que, ao eliminar essas contradições, passou a ser aceita por virtualmente todos os biólogos atuais, independentemente de sua ideologia e das condições sociais e políticas em que o cientista vive.²⁶⁵

Como vemos, embora motivos ideológicos possam ter influenciado a aceitação das idéias de Darwin, havia também boas razões objetivas para que os cientistas não apoiassem incondicionalmente sua teoria. É natural, portanto, que alguns historiadores dêem maior ênfase aos fato-

res sociais e outros aos méritos científicos da teoria. Não há nada de estranho nesta divergência, uma vez que — nunca é demais lembrar — a história — e qualquer ciência — é uma interpretação e não uma descrição imparcial dos fatos.

Vemos também que, apesar da teoria de Darwin — particularmente o conceito de seleção natural — ser, em princípio, um exemplo típico das relações entre os fatores sociais e teorias científicas, esta relação está longe de ser simples, óbvia e direta, como uma análise superficial pode dar à entender. E, se uma idéia de caráter geral, como a da seleção natural, já desperta controvérsias quanto a sua relação com fatores sociais, é difícil imaginar como poderíamos explicar a forma de certas leis específicas, como a lei de Snell da refração ($\sin i / \sin r = \text{constante}$), em função da sociedade holandesa do século XVII em que ele viveu. ²⁶⁶

Do mesmo modo, se apelarmos para critérios objetivos, como poderíamos explicar a aceitação da teoria da relatividade, mecânica quântica, leis da computação, teorias matemáticas etc., em países de ideologias e condições sociais e políticas tão distintas como a União Soviética e os Estados Unidos?

Portanto, mesmo reconhecendo que a ciência influencia o meio social e é influenciada por este; que todos somos vítimas, pelo menos parcialmente, de ideologias; que todo conhecimento é influenciado por fatores históricos,

culturais, lingüísticos etc. — isto não quer dizer que todo o conhecimento científico não é nada mais que um construto social.

Apesar disso, foi a uma conclusão deste tipo que os sociólogos B.Latour e S.Woolgar chegaram ao realizar uma investigação antropológica no Instituto Salk de Estudos Biológicos, na Califórnia, Estados Unidos.²⁶⁷ Nessa pesquisa, eles procuram demonstrar que o que era considerado inicialmente como mera conjectura podia ser aceito como um fato, dependendo do prestígio do cientista que realizou a pesquisa, da revista que publicou seu trabalho e de outras interações sociais.²⁶⁸ Ao comentar esta conclusão, David Oldroyd observa que se estes autores considerarem que o conhecimento obtido nesta instituição nada mais é que um construto social, então esta acusação pode ser voltada contra eles próprios: sua tese também representaria apenas o resultado de negociações com outros sociólogos e nada diria acerca do mundo real da ciência.²⁶⁹

Uma das maneiras de romper este círculo vicioso é admitir, como alguns sociólogos do conhecimento fazem, que a atividade científica, apesar de fortemente influenciada por fatores sociais, não é completamente determinada por estes fatores; que uma teoria científica é algo mais do que um mero construto social, isto é, que ela corresponde, de forma parcial, imperfeita e conjectural, a algo que realmente ocorre no mundo físico ou social; que deve ser possível, portanto, avaliar uma teoria através de padrões

objetivos e racionais.

Podemos admitir, como Kuhn ou Feyerabend, que paradigmas são incomensuráveis. Mas podemos admitir, também, que a teoria de Newton pode ser desafiada e criticada com o auxílio da teoria de Einstein e que, desse modo, podemos caminhar em direção a teorias melhores, que aumentam nosso conhecimento sobre o mundo. Desse modo, para Popper, embora sejamos prisioneiros de todo um referencial, ou seja, de toda uma concepção de mundo influenciada por nossas teorias, linguagem, expectativas, ideologia etc., podemos escapar desta prisão através do método crítico.²⁷⁰ Podemos descobrir que nosso referencial não resolve certos problemas que esperávamos que ele resolvesse. Podemos criticá-lo com auxílio de outro referencial mais amplo e, desse modo, escapar de nossa prisão para outra prisão maior, aumentando nossa compreensão sobre o mundo físico e sobre os fatores sociais que nos manipulam.²⁷¹ Como diz o sociólogo Peter Berger:

"Localizamos-nos na sociedade e assim reconhecemos nossa própria posição, determinada por fios sutis. Por um momento vemo-nos realmente como fantoches. De repente, porém, percebemos uma diferença decisiva entre o teatro de bonecos e nosso próprio drama. Ao contrário dos bonecos, temos a possibilidade de interromper nossos movimentos, olhando para o alto e divisando o mecanismo que nos moveu. Este ato constitui o primeiro passo para a liberdade".²⁷²

5.4.5. À guisa de conclusão: a importância da atitude racional

Assim, vimos que apesar das críticas de Popper, Watkins, Bunge e outros à lógica indutiva, alguns filósofos, como Jeffrey, Good e Giere, continuam trabalhando neste projeto, procurando eliminar inconsistências e desenvolver um sistema capaz de avaliar a probabilidade de hipóteses científicas. Por outro lado, embora Bunge e Watkins aceitem boa parte das idéias de Popper, eles também procuram corrigir o que consideram falhas em seu sistema, elaborando novos critérios de avaliação. Este mesmo procedimento foi adotado por Lakatos e continua a ser desenvolvido por filósofos como Zahar e Musgrave, entre outros.

Apesar dessas divergências, todos estes filósofos têm algo em comum: eles defendem a idéia de que é possível uma avaliação objetiva das teorias científicas, e é este ponto, justamente, que as críticas de Kuhn, Feyerabend e dos sociólogos do conhecimento procuram contestar. Como vimos, no entanto, Kuhn sugeriu que um paradigma pode ser considerado melhor que outro, adotando assim uma tese menos radical. Feyerabend, através de interpretações discutíveis de alguns exemplos históricos, conclui que os cientistas nunca agem racionalmente, e, portanto, que tudo vale — embora pudesse concluir também, como disse Bunge, que nada vale, tornando impossível distinguir a forma mais grosseira de charlatanismo de qualquer teoria científica.

Finalmente, entre os sociólogos do conhecimento

vamos encontrar aqueles que sustentam a tese mais fraca de que não há um determinismo social completo, pelo menos na avaliação de uma teoria, ao lado dos que defendem que as teorias nada mais são do que construtos sociais. Além de se enredar em um círculo vicioso, esta tese não consegue explicar os numerosos casos em que a aceitação ou rejeição de uma teoria não teve relação, pelo menos aparente, com a dominante.

Vemos então que em filosofia da ciência, como na própria ciência, não há provas definitivas. Qualquer posição pode, e deve, ser criticada, e argumentos não são — e nem pretendem ser — conclusivos. As regras metodológicas de Popper, Bunge, Watkins, Lakatos ou qualquer outro filósofo da ciência não são perfeitas e, talvez, alguns filósofos tenham razão em afirmar que nunca poderemos justificar racionalmente a escolha e avaliação de uma teoria científica. Mas, por que, apesar disso, deveríamos continuar procurando critérios objetivos e racionais para nossa escolha? Por que não renunciar completamente a qualquer avaliação racional e admitir que tudo é determinado socialmente, que qualquer pesquisa é apenas ideologia "camuflada"?

Para Popper a atitude racional consiste na disposição para ouvir argumentos críticos e aprender com a experiência, reconhecendo que sempre podemos estar errados. Ela se opõe, assim, a argumentos de autoridade, quer seja a autoridade pessoal de um grande cientista ou filósofo,

a autoridade de um sistema social, ou a de leis dogmáticas, consideradas acima de qualquer crítica. Consiste, enfim, em recusar que tenhamos a posse de um método infalível para descobertas.²⁷³

Mas, como vimos no primeiro capítulo (em 1.4.3), a atitude racional não pode ser justificada racionalmente. Como diz Popper,

"Como todos os argumentos devem proceder de suposições, é rasamente impossível exigir que todas as suposições se baseiem em argumentos(...) (...) uma atitude racionalista deve ser adotada primeiramente, se algum argumento ou experiência tiverem de ser efetivos, e não pode, em consequência, ser baseada em argumentos ou experiência".²⁷⁴

Assim, para Popper, a decisão de se adotar ou não uma atitude racional é uma decisão livre. Mas, do momento em que é capaz de afetar a vida de outras pessoas, é também uma decisão moral. Desse modo, embora não possamos justificar por meio de argumentos lógicos a atitude racional, podemos avaliar as consequências de adotarmos ou não esta atitude, para então tomarmos uma decisão.²⁷⁵ Mas que implicações teria o abandono ou mesmo o "afrouxamento" de nossos padrões de crítica?

Abdicar da discussão crítica, da idéia de objetividade, verdade, validade lógica etc. é admitir que tudo não passa de manipulação e jogo de forças. Neste caso, não há mais diferença entre uma opinião racional e um preconceito; entre raciocínio e racionalização; entre ciência e

ideologia; entre ciência e charlatanismo; entre argumentos e propaganda; entre discussão crítica e o uso da força e da autoridade. Enfim, abdicar da atitude racional é apoiar um regime totalitário, em vez de um regime democrático.

Enfim, ao minimizarmos a discussão crítica, não estaremos apenas impedindo que nossas teorias sejam substituídas por outras melhores, ou seja, não estaremos apenas impedindo o progresso científico. Na falta de argumentos e de critérios objetivos, não serão as teorias a serem eliminadas, serão todos aqueles que sustentarem idéias contrárias aos dogmas e aos interesses de algum grupo dominante, pois, como diz Popper,

"...é só a ciência que substitui a eliminação do erro, na luta violenta pela vida, pela crítica racional não-violenta, e que nos permite substituir a morte (...) e a intimidação(...) pelos argumentos impessoais."²⁷⁶

5.5. Resumo

A partir de uma hipótese geral e de condições iniciais, deduzimos previsões, na forma de enunciados singulares, capazes de serem testadas experimentalmente. A estrutura lógica da previsão é, assim, a mesma da explicação dedutiva.

Valendo-se do conceito de refutabilidade, Popper fornece uma razão objetiva para buscarmos hipóteses — e também leis e teorias — mais amplas, precisas, profundas

e também de maior conteúdo informativo, testabilidade e simplicidade: como estas hipóteses proíbem um número maior de acontecimentos, elas são também mais refutáveis e, conseqüentemente, têm mais chance de contribuir para o crescimento do conhecimento científico. No entanto, a decisão de aceitar ou não que uma hipótese foi efetivamente refutada será sempre conjectural.

Quanto mais vaga for uma previsão, maior a probabilidade inicial dela ser verdadeira, e menor seu conteúdo informativo e refutabilidade. Portanto, contrariamente ao que os indutivistas afirmam, para o conhecimento progredir devemos buscar teorias de baixa probabilidade inicial.

Um fenômeno freqüentemente se manifesta associado a muitos outros. Por isso, ao realizar um experimento, o cientista procura controlar todos os fatores que intervêm no fenômeno estudado, procurando, assim, testar suas hipóteses da forma mais rigorosa possível e chegar cada vez mais perto da verdadeira causa de um fenômeno. A possibilidade de se repetir o experimento, obtendo os mesmos resultados, faz com que estes sejam independentes das características pessoais do cientista.

Quando estudamos sistemas complexos, como os seres vivos, torna-se freqüentemente necessário controlar as variáveis através da formação de grupos de controle e grupos experimentais, selecionados de forma que a única

diferença significativa entre ambos esteja na variável que se quer testar. Desta forma, evitamos que relações acidentais possam ser, erroneamente, identificadas como relações causais. Além disso, para compensar possíveis efeitos psicológicos, é conveniente, em certos casos, como no teste de medicamentos, utilizar o procedimento duplo-cego, onde nenhum participante da experiência sabe quem está tomando o medicamento e quem toma o placebo. Procedimentos deste tipo garantem a objetividade da experiência científica.

Para avaliar corretamente o resultado dos testes com grupos de controle, é necessário o emprego de técnicas estatísticas. Quando o desvio em relação ao previsto for maior que o nível de significância (que, geralmente, é de 5%), consideramos que a hipótese nula — que afirma que a diferença entre os dois grupos deve-se à ação de fatores aleatórios não controlados — foi refutada, e aceitamos, provisoriamente, a hipótese alternativa, que é, então, considerada corroborada. Desse modo, hipóteses estatísticas podem ser testadas e refutadas, se admitirmos que elas excluem eventos altamente improváveis. Mas isso só será possível se o cientista especificar de antemão o nível de significância que será utilizado no teste. Este nível, por sua vez, depende não só da precisão desejada, como dos recursos necessários à realização do teste.

Para Popper e Bunge, a probabilidade utilizada nestes testes é uma probabilidade objetiva, que se refere a

eventos e não a graus de credibilidade, como defendem os indutivistas. Os testes estatísticos forneceria apenas elementos para aceitarmos ou recusarmos a hipótese nula e não para medir a probabilidade de uma hipótese ser verdadeira.

Para os indutivistas, somente uma lógica indutiva explicaria as inferências feitas a partir de uma amostra para toda uma população. No entanto, neste e em outros casos de inferências supostamente indutivas, necessitamos sempre de alguma hipótese anterior — que não pode ser obtida por indução — para orientar a escolha dos fatores relevantes. Além disso, correlações estatísticas não indicam, necessariamente, as causas de um fenômeno. Por isso, a pesquisa estatística tem de ser complementada, ou mesmo guiada, pela elaboração de uma teoria que explique o fenômeno em nível mais profundo.

Observações e testes quantitativos tornam os conceitos mais precisos, nos dão mais informações sobre os fenômenos, contribuem para a objetividade da ciência e constituem ainda um teste mais rigoroso de hipóteses quantitativas. A mensuração, como qualquer experimento, é guiada por leis e teorias, que estabelecem a natureza do fenômeno, sugerem a existência de fenômenos a serem medidos, definem unidades, padrões e operações matemáticas adequadas, interferindo ainda na construção dos instrumentos necessários à mensuração e no cálculo das alterações provocadas pelo instrumento no fenômeno que será medido.

Na avaliação dos resultados da medida temos de nos valer de técnicas estatísticas, uma vez que, devido à interferência de fatores aleatórios não controlados, medidas repetidas dificilmente fornecerão os mesmos valores. As técnicas estatísticas permitem estabelecer a margem de erro de nossa medida e também nos ajudam a decidir se se pode considerar a hipótese refutada pelo resultado da medida.

Se uma teoria entrar em conflito com os resultados de um teste, o "culpado" pode se encontrar tanto entre os princípios fundamentais da teoria como entre as hipóteses adicionais — utilizadas para estabelecer as condições iniciais e os fatores relevantes — ou ainda entre algumas das teorias auxiliares, necessárias à elaboração do experimento. Para encontrá-lo utilizamos testes independentes: cada hipótese é testada separadamente, com auxílio de experimentos que envolvem teorias diferentes das utilizadas no primeiro teste. Se não for possível descobrir o culpado através destes testes, teremos de aguardar que alguma nova teoria elimine a contradição e explique os resultados obtidos. Em todos esses casos, porém, a decisão de considerar uma teoria refutada será sempre conjectural.

Hipóteses ad hoc, que não podem ser testadas independentemente do fato para o qual foram criadas, têm pouco ou nenhum conteúdo informativo e, como não permitem a previsão de fatos novos, não se arriscam a serem refutadas.

Por isso, s \tilde{o} devem ser aceitas as modificações nas hipóteses auxiliares que aumentem o grau de falseabilidade da teoria, e não que o diminuam, como ocorre quando introduzimos uma hipótese ad hoc.

Além de explicar tudo o que era explicado pelas leis de Galileu e Kepler, a mecânica newtoniana foi capaz de prever novos fatos, que não podiam ser previstos por essas leis; formular previsões mais precisas, eliminando as discrepâncias entre os dados obtidos e os valores anteriormente previstos, e estabelece ainda os limites dentro dos quais essas leis podem continuar a serem utilizadas na prática. Fora destes limites, as previsões deduzidas dessas leis entram em conflito com o previsto pela teoria newtoniana, o que mostra que esta teoria não pode ter sido obtida por um processo indutivo a partir das leis de Kepler e Galileu. Por esses motivos, podemos dizer que a teoria de Newton é melhor que as leis de Kepler e Galileu, e considerações semelhantes nos indicam que a teoria da relatividade de Einstein é melhor que a de Newton.

Previsões que contrariam teorias aceitas, ou que prevêem fatos improváveis à luz dessas teorias, arriscam-se a ser refutadas e, neste caso, o teste pode ser considerado um teste severo ou crucial. Se o evento previsto ocorrer, diremos que a previsão e a teoria correspondente foram corroboradas e, ao mesmo tempo, a teoria anterior será considerada refutada. Para Popper, no entanto, em certos casos uma hipótese pode ser considerada refutada por

um teste crucial, mesmo que não haja outra teoria capaz de explicar o resultado do teste, como ocorreu na experiência que refutou a teoria atômica de Thomson.

Quanto mais severo for um teste, maior será o grau de corroboração atingido por uma teoria se suas previsões se confirmarem. Mas, para que o teste seja severo, é necessário que a previsão seja improvável à luz das teorias aceitas. Como uma teoria já corroborada passa a fazer parte do grupo de teorias aceitas, suas previsões deixam de ser improváveis e, por isso, a simples repetição de um teste deixa de ser um teste severo e não é capaz de aumentar muito o grau de corroboração da teoria. Pelo mesmo motivo o grau de corroboração não é equivalente à confirmação indutiva, caso em que a probabilidade de uma hipótese aumentaria com a repetição do experimento.

Teorias mais gerais ou precisas proíbem um número maior de acontecimentos e, portanto, têm também um grande potencial de corroboração. Como a probabilidade inicial destas teorias é pequena, pode-se concluir que o potencial de corroboração varia inversamente com a probabilidade inicial da teoria.

Embora o grau de corroboração não nos diga nada sobre o desempenho futuro de uma teoria, será racional escolher a mais corroborada, pois esta será também a que melhor resistiu à discussão crítica — e a atitude crítica é, essencialmente, uma atitude racional. Além disso, mesmo quando, para fins práticos, utilizamos uma teoria refuta-

da, é a corroborada que fixa os limites desta aplicação.

Para que haja progresso no conhecimento científico é importante que a nova teoria explique o fracasso e os sucessos da antiga, que seja capaz de prever fatos novos e, também, que algumas de suas previsões sejam corroboradas, do contrário não seria possível estabelecer um teste crucial entre esta teoria e uma nova: conseqüentemente, nosso conhecimento estagnaria.

A verossimilitude é a diferença entre o conteúdo de verdade e o conteúdo de falsidade da teoria. A teoria de maior verossimilitude seria aquela que possui um excesso de conteúdo de verdade, mas não de falsidade, enquanto com a teoria de menor verossimilitude ocorreria o oposto. Esta avaliação seria orientada, na prática, pelo grau de corroboração, que determinaria, de forma conjectural, o conteúdo de verdade da teoria. No entanto, é possível demonstrar que este critério não pode ser aplicado a teorias falsas. Apesar disso, Popper acha que este conceito ainda pode ser usado, de forma intuitiva, na avaliação das teorias científicas. Popper considera também que o acordo entre a previsão de uma teoria com fatos altamente improváveis não deve ser interpretado meramente como um acidente, mas sim como uma indicação de que a teoria tem maior verossimilitude do que as que a antecederam.

Para Watkins, a afirmação de que uma teoria tem maior verossimilitude que outra é uma inferência indutiva e, portanto, vulnerável às críticas de Hume. Watkins pro-

põe, em vez disso, estabelecer metas para a ciência, como a busca de teorias mais amplas, profundas, exatas, de maior poder preditivo e apenas possivelmente verdadeiras, enquanto Bunge propõe uma avaliação multidimensional. A ausência de uma justificativa razoável para a escolha de uma teoria com fins práticos, na filosofia de Popper, tem sido igualmente criticada.

Para Kuhn, em certas épocas, o cientista limita-se a fazer o que ele chama de ciência normal, propondo e resolvendo problemas dentro das regras ditadas pelo paradigma, que seria o conjunto de crenças, valores e técnicas compartilhadas pela comunidade científica daquela época, e considerando experiências refutadoras como simples anomalias. No entanto, quando muitas anomalias se acumulam sem serem explicadas, poderá ocorrer uma revolução científica, e um paradigma será substituído por outro, voltando-se então a fazer ciência normal.

A aceitação do novo paradigma não se deve apenas a argumentos lógicos, mas também à capacidade de persuasão dos cientistas, uma vez que paradigmas não podem ser comparados: os significados dos conceitos e a própria maneira de ver o mundo mudam de acordo com o paradigma adotado.

Para Popper, embora a ciência normal possa existir, ela deve ser combatida, pois consiste em uma ameaça ao desenvolvimento do conhecimento científico. Críticos de Kuhn sustentam também que mesmo na ciência normal pode

haver descobertas revolucionárias, uma vez que a influência de paradigma não é tão monopolizadora quanto Kuhn afirma, e que qualquer revolução científica é sempre parcial, possibilitando, assim, a comparação e avaliação de paradigmas diferentes. Posteriormente, Kuhn abrandou algumas de suas teses, sugerindo que alguns padrões ou valores de ordem geral poderiam ser utilizados na avaliação dos paradigmas, de forma que esta avaliação não seria completamente irracional — nem os paradigmas totalmente incomensuráveis.

Segundo Lakatos, uma teoria não é refutada por experiências cruciais, como quer Popper: é sempre possível modificar alguma hipótese auxiliar de forma a preservar da refutação os princípios fundamentais dessa teoria. Esses princípios formam um núcleo que se mantém inalterado ao longo de uma série de teorias diferentes. Um conjunto de teorias diferentes unidas por um núcleo comum formam um programa de pesquisa. A coleção de hipóteses auxiliares que podem ser modificadas de forma a manter o núcleo irrefutado, é o cinturão protetor do programa. Além disso o programa inclui também regras de como se deve modificar essas hipóteses (heurística negativa) e de como o programa deve ser aplicado na resolução de problemas (heurística positiva).

Um programa de pesquisa progride, se cada mudança nessas hipóteses gerar previsões novas que são corroboradas. Por outro lado, quando essas modificações passam a

ser ad hoc, servindo apenas para salvar seu núcleo, dizemos que o programa está degenerando. Neste caso, embora um programa nunca possa ser refutado, ele poderá ser substituído por um programa rival mais progressivo. Para Lakatos a recusa do cientista em aceitar refutações ao núcleo é racional enquanto o programa for progressivo, do mesmo modo que será racional abandonar um programa em degeneração.

Watkins chama a atenção para o fato de que um cientista pode continuar a desenvolver uma teoria refutada, visando a eliminar a contradição, sem que isso signifique que ele tenha ignorado a refutação ou que considere esta teoria como a melhor naquele momento. Lakatos estaria então confundindo a decisão de trabalhar em uma teoria com a escolha da melhor teoria. A refutação continuaria, assim, a ter um papel crucial na investigação científica, e embora os pressupostos fundamentais de uma teoria não possam, isoladamente, ser refutados, isto será possível se acoplarmos a eles algumas hipóteses adicionais. A teoria enriquecida por essas hipóteses torna-se, então, refutável. Além disso, o próprio Lakatos afirma que não podemos saber quando um programa em degeneração está liquidado: ele sempre pode ser reabilitado e suplantar seu rival. Mas então, não fica claro porque seria racional aderir a um programa progressivo.

A ausência de um critério de escolha entre dois programas de pesquisa demonstra, para Feyerabend, que não

é possível estabelecer regra alguma para se preferir um programa, uma teoria de qualquer método a outro. A ciência não é, portanto, uma atividade racional. E é justamente por não seguir nenhum método que a ciência é capaz de realizar algum progresso. Feyerabend procura demonstrar sua tese, interpretando — de forma questionável, segundo alguns filósofos — certos exemplos da história da ciência e adotando a tese da incomensurabilidade de Kuhn. Segundo Watkins, quando Feyerabend afirma que os cientistas não respeitam a regra de Popper de não aceitar teorias refutadas, ele estaria incorrendo no mesmo erro de Lakatos, ou seja, estaria confundindo a decisão de aceitar ou rejeitar uma teoria com a decisão de trabalhar ou não nela.

Por outro lado, segundo mostra Gellner, a proliferação de teorias, preconizada por Feyerabend, somente pode ser vantajosa se houver algum critério para selecionar algumas das teorias alternativas. Além disso, de que forma Feyerabend poderia concluir que algumas teorias são mantidas, apesar de entrarem em contradição com certos fatos, sem dispor de um critério objetivo que lhe permita reconhecer que a teoria contradiz esses fatos? Se para Feyerabend não há distinção entre ciência e pseudociência, por que não permitir a venda de qualquer produto, mesmo tóxico, fabricado por charlatões?

Se não há qualquer critério lógico ou experimental, nem qualquer norma objetiva para a avaliação das teorias científicas, por que não admitir a tese da sociolo-

gia do conhecimento de que não somente a origem de uma teoria científica, mas até mesmo sua avaliação, são determinadas por fatores sociais e não por normas objetivas?

Analizando as condições sociais em que surgiram teorias, como a de Darwin, os sociólogos do conhecimento procuram mostrar que tanto a elaboração da teoria como sua aceitação pela comunidade científica forem fortemente influenciadas, por essas condições sociais. No entanto, pode-se demonstrar que, neste e em outros casos, ao lado dos fatores sociais há também razões objetivas para aceitar ou recusar a teoria. Na ausência destas razões, a própria tese dos sociólogos não poderia ter a pretensão de descrever, mesmo de forma conjectural, o que realmente ocorre durante a elaboração e avaliação das teorias.

Embora a decisão de adotar uma atitude racional — procurando critérios objetivos, utilizando argumentos críticos e aprendendo com a experiência — não possa ser justificada racionalmente, podemos analisar as consequências de adotarmos ou não esta atitude antes de tomarmos uma decisão. Veremos então que abdicar da discussão crítica e da idéia de objetividade, verdade etc. não só impede o progresso científico, como estimula decisões dogmáticas e violentas, baseadas no uso da força e da autoridade.

5.6. Leituras suplementares

As relações entre refutabilidade, refutação, conteúdo empírico, simplicidade, probabilidade e precisão

são discutidas por Popper em: A lógica da pesquisa científica. 2. ed., São Paulo, Cultrix, 1972, capítulos IV e VIII e apêndices I e VIII; Autobiografia intelectual. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1977, pp. 32-7 e pp. 176-80; Conhecimento objetivo; uma abordagem revolucionária. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975, pp. 184-5; Conjecturas e refutações. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1972, pp. 242-8, pp. 421-4.

O caráter tautológico do darwinismo é discutido em: MILLS, Susan & BEATTY, John. "The propensity interpretation of fitness". In: SOBER, Elliott (ed.). Conceptual issues in evolutionary biology; an anthology. Cambridge, The MIT Press, 1984, pp. 36-57; POPPER, Karl. Autobiografia intelectual, pp. 176-90. RUSE, Michael. Darwinism defended; a guide to the evolution controversies. Benjamins/Cummings, Menlo Park, 1982, pp. 135-42. WILLIAMS, Mary B. "The logical status of the theory of natural selection and other evolutionary controversies". In: BUNGE, Mario (ed.). The methodological unity of science. Dordrecht, D. Reidel, 1973, pp. 84-102.

Sobre experimento e teste de hipóteses e teorias, ver: BAIRD, D.C. Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1962, cap. 4-6; BUNGE, Mario. La investigación científica; su estrategia y su filosofía. Barcelona, Ariel, 1981, cap. 14 e 15; Filosofia da Física. Lisboa, X

Ed. 70, 1973, capítulo 10; Teoria e realidade, São Paulo, Perspectiva, 1974, cap. 10; DAVIES, J.T. The scientific approach. London, Academic Press, 1965, cap. 2 e 3; FISHER, R.A. The design of experiments. 6.ed. London, Oliver and Boyd, 1951; GIERE, Ronald. N. Understanding scientific reasoning. New York, Holt Rinehart and Winston, 1979, cap. 6; HACKING, Ian. Representing and intervening; Introductory topics in the philosophy of natural science. Cambridge, Cambridge University, 1983, pp. 149-275; HEMPEL, Carl G. Filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro, Zahar, 1981, cap. 2 e 3.

Relatos de alguns experimentos importantes realizados ao longo da história da ciência podem ser encontrados em: BETTEX, Albert. The discovery of nature. New York, Simon & Scuster, 1965; BEVERIDGE, W.I.B. The art of scientific investigation. New York, Norton, 1957; Sementes da descoberta científica. São Paulo, T.A. Queiroz; Ed. da Universidade de São Paulo, 1981; BRONOWSKI, J. A escalada do homem. 2. ed. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo; Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1983, CO-NANT, J.B. (ed.) Case histories in experimental science. Cambridge, Harvard University Press, 1957, 2. v. DAMPIER, William. C. 2. ed. História da ciência. São Paulo, Ibrasa, 1986; DUBOS, René. Louis Pasteur, free lance science. Boston, Little, Brown, 1950; EINSTEIN, Albert & INFELD, Leopold. A evolução da física. 4. ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1980; HARE, Ronald. The birth of penicilin. London, Allen

& Unwin, 1970; HULL, L.W.H. Historia y filosofia de la ciencia. Barcelona, Ariel, 1984; KRUYF, Paul de. Microbe hunters. New York, Harcourt, Brance, 1954; MAYR, Ernst. The growth of biological thought; Diversity, evolution and inheritance. Harvard University, Cambridge, 1982; ROSMORDUC, Jean. De Tales a Einstein; história da física e da química. Lisboa, Editorial Caminho, 1983; SUTCLIFFE, A. & SUTCLIFFE, A.P.D. Ciência — história e realidade. São Paulo, Ibrasa, 1976; TATON, T. História geral das ciências. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1965.

Sobre hipótese e testes estatísticos, ver: GIERE, Ronald N. "Popper and the non-Bayesian tradition: comments of Richard Jeffrey". Syntese, 30, 1975, pp. 119-32; Understanding scientific reasoning, cap. 9.a a 12; GILLIES, Donald A. "A falsifying rule for probability statements". British Journal for the philosophy of science. 22, 1971, pp. 231-61; MENDENHALL, William. Probabilidade e estatística. Rio de Janeiro, Campus, 1985, 2v.; MORRISON, D.E. & HENKEL, R.W. The significance test controversy. Aldine, Chicago, 1970; MOSTELLER, F.R. et alii. Probability and statistics. Reading, Addison-Wesley, 1961; POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, pp. 443-79; SAVAGE, L.J. The foundation of statistics. New York, Wiley, 1954; WALLIS, W.A. & ROBERTS, H.V. Statistics: a new approach. Glencoe, The Free Press, 1956; WONNACOTT, Ronald J. & WONNACOTT, Thomas H. Fundamentos de estatística; descobrindo o poder da estatística. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e científicos, 1985.

Sobre mensuração, ver: BAIRD, D.C. Experimentation: an introduction to measurement theory and experiment design, cap. 2 e 3; BUNGE, Mario. La investigación científica, cap. 13; CAMPBELL, Normal. What is science? New York, Dover, 1953, cap. VI; ELLIS, Brian. Basic concepts of measurement. Cambridge, Cambridge University Press, 1968, cap. IV a VII; HACKING, Ian. Representing and intervening, pp. 233-45; HEGENBERG, Leônidas. Etapas da investigação científica. São Paulo, E.P.U.; Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, v.1, pp.79-111; LUCAS, J. R. Space, time and causality; an essay in natural philosophy. Oxford, Clarendon Press, cap. VI.

Uma apresentação em linguagem acessível das teorias de Newton e Einstein e da mecânica quântica é encontrada em: BERNSTEIN, Jeremy. As idéias de Einstein. 2.ed. São Paulo, Cultrix, 1980; BRONOWSKI, J. A escalada do homem, pp. 221-90 e pp.321-78; EINSTEIN, Albert & INFELD, Leopold. A evolução da física; HAMBURGER, Ernst W. O que é física. São Paulo, Brasiliense, 1984; MORRIS, Richard. The nature of reality. New York, McGraw-Hill, 1987; NICOLSON, Iain. Gravidade, buracos negros e o universo. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1983, pp. 19-112; ROSMORDUC, Jean. De Tales a Einstein.

O conceito de corroboração é discutido por Popper em: A lógica da pesquisa científica, cap. X e apêndice IX; Autobiografia intelectual, pp. 111-2; Conjecturas e refutações, pp.266-74 e pp. 421-8; Realism and the aim science of

science. London, Hutchinson, 1982, cap. IV.

Para uma exposição crítica deste conceito por outros autores, ver: ACKERMANN, Robert John. The philosophy of Karl Popper. Amherst, University of Massachusetts Press, 1976, pp. 93-103; O'HEAR, Anthony. Karl Popper, London, Routledge & Kegan Paul, 1980, pp. 27-47; WATKINS, John. Science and scepticism. Princeton, Princeton University, 1984, cap. 8.

Para uma discussão sobre o conceito de verdade, ver: BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo, pp. 27-39; Tratado de filosofia básica. São Paulo, Ed. Pedagógica Universitária; Ed. da Universidade de São Paulo, 1974, v. 2, pp. 93-152; HAACK, Susan. Philosophy of logics. London, Cambridge University Press, 1978, cap. 7; HEGENBERG, Leônidas. Significado e conhecimento. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária; Ed. da Universidade de São Paulo, pp. 53-66; POPPER, Karl, Autobiografia intelectual, pp. 149-52; Conhecimento objetivo, pp. 295-312; Conjecturas e refutações, pp. 248-53; TARSKI, Alfred. Logics, semantics and metamathematics. Oxford, Clarendon Press, 1956, pp. 152-278.

A verossimilitude é discutida por Popper em: "A note on verossimilitude". British Journal for the philosophy of science. 27, 1976, pp. 147-59. Conjecturas e refutações. pp. 254-62, pp. 428-49; Realism and the aim of science. pp. XXXV-XXXVII; "Replies to my critics", pp. 1100-3 e pp. 1192-3.

A verossimilitude é discutida por outros autores em: ACKERMAN, Robert John. The philosophy Karl Popper, pp. 87-92; MILLER, David. "Popper's qualitative theory of verisimilitude". British Journal for the philosophy of science. 24, 1974, pp. 166-77; "The accuracy of predictions". Synthese, 30, pp. 159-91; O'HEAR, Anthony. Karl Popper, pp. 47-56; TICHÝ, Pavel. "On Popper's definitions of verisimilitude". British Journal for the philosophy of science. 25, 1974, pp. 155-60. WATKINS, John. Science and scepticism, pp. 279-319.

Entre as obras de Kuhn podemos citar: A estrutura das revoluções científicas, São Paulo, Perspectiva, 1982; "A função do dogma na investigação científica", In: DEUS, Jorge Dias de (org.). A crítica da ciência. 2. ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1979, pp. 53-80; "Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, pp. 5-32; "Reflexões sobre meus críticos". In _____. Op. cit., pp. 285-343; "Second thoughts on paradigm". In: SUPPE, F. (ed.). The structure of scientific theories. Chicago, University of Illinois Press, 1974, pp. 459-82, The copernican revolution. planetary astronomy in the development of western thought. Cambridge, Harvard University Press, 1957.

Para exposição e crítica das idéias de Kuhn, ver: CUPANI, Alberto. A crítica do positivismo e o futuro da filosofia. Florianópolis, Editora da UFSC, 1985, pp. 57-74

e pp. 105-11; GUTTING, G. (ed.). Paradigms and revolutions: appraisals and applications of Thomas Kuhn's philosophy of science. Notre Dame, University of Notre Dame Press, 1980; OLDROYD, David. The arch of knowledge; an introductory study of the philosophy and methodology of science. New York, Methuen, 1986, pp. 318-27; STEGMULLER, Wolfgang. Estructura y dinámica de teorías. Barcelona, Ariel, 1983, pp. 254-350; e os artigos de Watkins, Pearce, Williams, Popper e Masterman em LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, pp. 33-108.

Uma exposição acompanhada de críticas as idéias de Popper encontram-se em vários pontos das seguintes obras: ACKERMANN, Robert John. The philosophy of Karl Popper; BUNGE, Mario. Materialismo y ciencia. Barcelona, Ariel, 1981; FEYERABEND, Paul. Contra o método. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1977; KUHN, Thomas. The structure of scientific revolutions. Chicago, University Press, 1962; JOHANSSON, I. A critique of Karl Popper's methodology. Stockholm, Scandinavian University, 1975; LAKATOS, Imre. La metodología de los programas de investigación científica. Madrid, Alianza, 1983; _____. Matemáticas, ciencia y epistemología. Madrid, Alianza, 1981; LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. A crítica e o desenvolvimento do conhecimento; São Paulo, Cultrix, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979; MAGEE, Bryan. As idéias de Popper. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo; 1974.

O'HEAR, Anthony. Karl Popper. La Salle, Open Court, 1974.

WATKINS, John. Science and scepticism. E nos artigos de:

DERKSEN, A.A. "The alleged unity of Popper's philosophy of science; falsifiability as fake cement". Philosophical Studies, 48, 1985, 313-36; GIERE, Ronald N. "Popper and the non-bayesian tradition: comments on Richard Jeffrey". Synthese. 30, 1975, pp. 119-32; GOOD, Irving John. "Explanativity, corroboration, and the relative odds of hypothesis". Synthese. 30, 1975, pp. 39-73; JEFFREY, Richard C. "Probability and falsification: critique of the Popper program". Synthese. 30, 1975, pp. 95-117; MILLER, David. "The accuracy of predictions". Synthese. 30, 1975, pp. 159-91; STOVE, D.C. "Popper on scientific statements". Philosophy. 1977, 55, pp. 81-8.

As idéias de LAKATOS estão em: La metodología de los programas de investigación científica; Matemáticas, ciencia y epistemología; "O falseamento e a metodologia dos programas de investigação científica". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, pp. 190-243.

Para exposição, crítica e aplicação das idéias de Lakatos à história da ciência, ver: FEYERABEND, Paul. "On the critique of scientific reason". In: HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the physical sciences. Cambridge, Cambridge University, 1976, pp. 309-39; HOWSON, Colin (ed.) Method and appraisal in the physical sciences; OLDROYD, David. The arch of knowledge, pp. 327-33; POPPER, Karl.

"Replies to my critics". In.: SCHILPP (ed.). The philosophy of Karl Popper, v. 2, pp. 999-1013; WARTOWSKY, M.W. et alii (ed.). Essays in memory of Imre Lakatos, Dordrecht, D. Reidel, 1976; WATKINS, John. Science and scepticism, pp. 325-7 e pp. 330-4.

As teses defendidas por Feyerabend estão em: "Consolando o especialista". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, pp.244-85; Contra o método; Science in a free society. London, New Left, 1978; "Diálogo sobre el método". In: RADNITZKY, Gerard & ANDERSSON, Gunnar (ed.). Estructura y desarrollo de la ciencia. Madrid, Alianza, 1984, pp. 147-225; "How to be a good empiricist: a plea for tolerance in matters epistemological". In.: NIDDITCH, B. (ed.). The philosophy of science. Oxford, Oxford University, 1968, pp. 12 - 39; "On the critique of scientific reason". In: HOWSON, Colin. Method and appraisal in the physical sciences, pp.309-39; "Problemas da microfísica". In: MORGENBESSER, S. (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, Cultrix, 1979, pp.247-58.

Para críticas a Feyerabend ver: BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo, Madrid, Alianza, 1985, pp. 73 - 4; - Seudociencia e ideología; pp.51-9 e pp. 103-4; CUPANI, Alberto. A crítica do positivismo e o futuro da filosofia, pp. 111-17; FINE, A. "How to compare theories: reference and change". Nous, 1975, (9), pp. 12-32; GELLNER, E. "Além da verdade e da falsidade". In: Cadernos de história e filosofia da ciência da Unicamp. (7), 1980, pp. 62 - 76;

OLDROYD, David. The arch of knowledge, pp. 333-42; STEGMULLER, Wolfgang. Estructura y dinamica de teorías, pp. 351-78.

Sobre sociologia do conhecimento, ver: BLOOR, D. Knowledge and social imagery. London, Routledge & Kegan Paul, 1976; DEUS, Jorge Dias de (org.). A crítica da ciência; FLECK, L. Genesis and development of a scientific fact. Chicago, Chicago University Press, 1979; LATOUR, B. & WOOLGAR, S. Laboratory life: the social construction of scientific facts. Beverly Hills, Sage, 1979; LUCKMAN, T. & BERGER, P.L. The social construction of reality; a treatise in the sociology of knowledge. Harmondsworth, Penguin, 1967; MANNHEIM, Karl. Ideology and utopia; an introduction to the sociology of knowledge. London, Routledge & Kegan Paul, 1936; MULKAY, M. Science and the sociology of knowledge. London, Allen & Unwin, 1979; POLANYI, Michael. Personal Knowledge; towards a post-critical philosophy. London, Routledge & Kegan Paul, 1958; ZIMAN, John. Conhecimento Público. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

Para críticas à sociologia do conhecimento, ver: BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo, pp. 71-5; Seudociência e ideologia, pp. 97-108; OLDROYD, David. The arch of knowledge, pp. 342-62; POPPER, Karl. "A racionalidade das revoluções científicas". In: HARRE, R. (org.). Problemas da revolução científica. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, pp. 91-122; - A

sociedade aberta e seus inimigos. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, v. 2, 1974, pp. 219-66 e pp. 389-416; Lógica das ciências sociais. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro; Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1978.

5.7. Notas e referências bibliográficas

- ¹ Cf. LUCIE, Pierre. Física básica. Rio de Janeiro, Campus, 1978, v.1, p. 36.
- ² Cf. Ibid., pp. 37-8.
- ³ Cf. POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 110.
- ⁴ Cf. Ibid., p. 92 e p. 111.
- ⁵ Cf. Ibid., p. 111.
- ⁶ Cf. Id., "Replies to my critics", p. 1022.
- ⁷ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 292 e Conjecturas e refutações, p. 271.
- ⁸ Cf. Id., Autobiografia intelectual, p. 32.
- ⁹ Cf. Id., A lógica da pesquisa científica, p. 42.
- ¹⁰ Cf. Id., Autobiografia intelectual, pp. 176-81; MAYR, Ernst. The growth of biological thought, p. 519.

- ¹¹ Cf. RUSE, Michael. Darwinism defended; a guide to the evolution controversies. Benjamin/Cummings, Menlo Park, 1982, pp. 135-42.
- ¹² Cf. LINHARES, Sergio & GEWANDSZNAJDER, Fernando. Biologia.
- ¹³ Cf. RUSE, Michael. Op. cit., p. 140.
- ¹⁴ Cf. Ibid., p. 140.
- ¹⁵ Cf. MAYR, Ernst. Op. cit., p. 519.
- ¹⁶ Cf. POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 122.
- ¹⁷ Cf. Ibid., p. 121-4.
- ¹⁸ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 185.
- ¹⁹ Cf. Id., A lógica da pesquisa científica, pp. 158-9.
- ²⁰ Cf. Ibid., p. 141.
- ²¹ Cf. Ibid., p. 154.
- ²² Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 243 e "peplier the my critics", p. 1036.
- ²³ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 185.
- ²⁴ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 243.
- ²⁵ Id., A lógica da pesquisa científica, p. 73.

- ²⁶ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 88.
- ²⁷ Cf. Ibid., p. 244.
- ²⁸ Ibid., p. 255.
- ²⁹ Cf. HULL, L.W.H. Historia y filosofia de la ciencia. Barcelona, Ariel, 1984, pp. 306-11.
- ³⁰ Cf. BUNGE, Mario. La investigación científica, pp.840-1.
- ³¹ Cf. Ibid., p. 851.
- ³² Cf. SUTCLIFFE, A. & SUTCLIFFE, A.P.D. Ciência, história e realidade. São Paulo, Ibrasa, 1976, pp. 289-93.
- ³³ Cf. KRUIF, Paul de. Microbe hunters. New York, Brance, 1954, pp. 149-50.
- ³⁴ Cf. GARDNER, Lindzey et alii. Psicologia. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977, p. 198.
- ³⁵ Cf. GIERE, Ronald N. Understanding scientific reasoning, p. 213.
- ³⁶ Cf. MENDENHRALL, William. Probabilidade e estatística, Rio de Janeiro, Campus, 1985, v.1, pp. 170-2.
- ³⁷ Cf. CARNAP, Rudolf. "Inductive logic and science". Proceedings of the American Academy of Arts and Science. 80 (3) mar, 1953, p. 191.
- ³⁸ Cf. GIERE, Ronald N. "Popper and the non-bayesian prediction: comments on Richard Jeffrey". Synthese, 30, 1975, pp. 126-7.

- ³⁹ Cf. Id., Understanding scientific reasoning, p. 245 e p. 343.
- ⁴⁰ Cf. BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo. Madrid, Alianza, 1985, p. 137.
- ⁴¹ Cf. Ibid., p. 136.
- ⁴² Cf. Ibid., p. 136.
- ⁴³ Cf. GIERE, Ronald N. "Comments on Richard Jeffrey", p. 121.
- ⁴⁴ Cf. ACKERMANN, Robert J. The philosophy of Karl Popper. Amherst, University of Massachusetts, 1976, p. 67.
- ⁴⁵ Cf. BUNGE, Mario. La investigación científica, pp. 639-9.
- ⁴⁶ Cf. Ibid., p. 636.
- ⁴⁷ POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 185.
- ⁴⁸ Cf. Ibid., p. 185.
- ⁴⁹ Cf. BUNGE. Op. cit., p. 261.
- ⁵⁰ Cf. THOMPSON, William. "Electrical units of measurement" Popular lectures and addresses, London, 1889, v.1. p. 73.
- ⁵¹ Cf. BUNGE, Mario. La investigación científica, p. 765.
- ⁵² Cf. LUCAS, J.R. Space, time and causality, pp. 98-9.
- ⁵³ Cf. Ibid., p. 100.

- ⁵⁴ Cf. BUNGE, Mario. Op. cit., p. 804.
- ⁵⁵ Ibid., p. 805.
- ⁵⁶ Cf. MORRIS, Richard. The nature of reality. New York, McGraw-Hill, 1987, pp. 51-3.
- ⁵⁷ Cf. BUNGE, Mario. Filosofia da física, p. 235.
- ⁵⁸ Cf. GIERE, Ronald N. Understanding scientific reasoning, p. 85.
- ⁵⁹ Cf. Ibid., p. 89.
- ⁶⁰ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 981.
- ⁶¹ Cf. BUNGE, Mario. Filosofia da física, p. 224.
- ⁶² Cf. Ibid., pp. 224-8.
- ⁶³ Cf. Ibid., pp. 229-31.
- ⁶⁴ Ibid., p. 240.
- ⁶⁵ Cf. POPPER, Karl. Conjecturas e refutações, p. 347.
- ⁶⁶ Ibid., p. 347.
- ⁶⁷ Cf. DUHEM, Pierre. The aim and structure of physical theory. Princeton, University Press, 1954, pp. 185-7.
- ⁶⁸ Cf. BUNGE, Mario. Op. cit., p. 241.
- ⁶⁹ Cf. COPI, Irving. Introdução à lógica, pp. 405-8.
- ⁷⁰ Cf. POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 91.

- ⁷¹ Cf. BUNGE, Mario. Op. cit., p. 241.
- ⁷² Cf. RUSE, Michael. Op. cit., p. 55.
- ⁷³ Cf. Ibid., p. 56.
- ⁷⁴ Cf. BUNGE, Mario. La investigación científica, p. 915.
- ⁷⁵ Cf. BUNGE, Mario. Filosofia da física, p. 242.
- ⁷⁶ Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 323.
- ⁷⁷ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 998.
- ⁷⁸ Cf. Id., A lógica da pesquisa científica, pp. 111-3 e BUNGE, Mario. La investigación científica, pp. 914-5.
- ⁷⁹ Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 278.
- ⁸⁰ Cf. POPPER, Karl. Op. cit., pp. 112-3.
- ⁸¹ Ibid., p. 119.
- ⁸² Cf. Id., Conhecimento objetivo.
- ⁸³ Cf. COPI, Irving. Op. cit., p. 409.
- ⁸⁴ Cf. LUCIE, Pierre. A gênese do método científico. Rio de Janeiro, Campus, pp. 54-5.
- ⁸⁵ Cf. Ibid., pp. 57-8.
- ⁸⁶ Cf. Ibid., pp. 59-61.
- ⁸⁷ Cf. Ibid., p. 260.

- ⁸⁸ Cf. Ibid., p. 61.
- ⁸⁹ Cf. POPPER, Karl. Op. cit., pp. 82-3.
- ⁹⁰ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 181.
- ⁹¹ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 267.
- ⁹² Cf. Ibid., p. 267.
- ⁹³ Id., A lógica da pesquisa científica, p. 87.
- ⁹⁴ Cf. NICOLSON, Iain. Gravidade, buracos negros e o universo. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1983, pp.27-9.
- ⁹⁵ Cf. WATKINS, John. Op. cit., pp. 301-2 e ZAHAR, Elie. "Why did Einstein's programme superseded Lorentz's?" British Journal for the philosophy of science, 1973, pp. 226-7.
- ⁹⁶ Cf. POPPER, Karl. Conhecimento objetivo, p. 187.
- ⁹⁷ Cf. Ibid., p. 187.
- ⁹⁸ Cf. Ibid., pp. 186-7.
- ⁹⁹ Cf. Ibid., pp. 187-8.
- ¹⁰⁰ Ibid., pp. 188-9.
- ¹⁰¹ Cf. NICOLSON, Iain. Op. cit., pp. 106-7.
- ¹⁰² Cf. Ibid., pp. 107-8.

- ¹⁰³ Cf. POPPER, Karl. "A racionalidade das revoluções científicas". In: HARRE, R. (org.). Problemas da revolução científica. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, p. 112.
- ¹⁰⁴ Cf. NICOLSON, Iain. Op. cit., p. 80.
- ¹⁰⁵ Cf. POPPER, Karl. Conjecturas e refutações, p. 139.
- ¹⁰⁶ Cf. Ibid., p. 269.
- ¹⁰⁷ Cf. Id., Realism and the aim of science, p. 247.
- ¹⁰⁸ Cf. Id., A lógica da pesquisa científica, p. 92.
- ¹⁰⁹ Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 297.
- ¹¹⁰ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 995.
- ¹¹¹ Cf. Id., Realism and the aim of science, p. XXIII - XXIV.
- ¹¹² ACKERMANN, Robert J. Op. cit., p. 94.
- ¹¹³ Cf. POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 459.
- ¹¹⁴ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 266.
- ¹¹⁵ Cf. Id., Realism and the aim of science, p. 247.
- ¹¹⁶ Cf. Id., Conhecimento objetivo, pp. 28-9.
- ¹¹⁷ Cf. Id., Realism and the aim of science, pp. 64-5.

- ¹¹⁸ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 32.
- ¹¹⁹ Ibid., p. 31.
- ¹²⁰ Cf. Ibid., p. 32.
- ¹²¹ Ibid., p. 32.
- ¹²² Cf. LAKATOS, Imre. The problem of inductive logic. Amsterdam, North Holland, 1968, p. 190, n. 6.
- ¹²³ WATKINS, John. Op. cit., p. 339.
- ¹²⁴ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", pp. 1025-6.
- ¹²⁵ Cf. Id., Conjecturas e refutações, pp. 269-70 e Conhecimento objetivo, pp. 181-2.
- ¹²⁶ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 268.
- ¹²⁷ Cf. Ibid., p. 272.
- ¹²⁸ Id., Autobiografia intelectual, p. 159.
- ¹²⁹ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 269.
- ¹³⁰ Cf. OLDROYD, David. The arch of knowledge; an introductory study of the history of the philosophy of science. New York, Methuen, 1986, p. 247.
- ¹³¹ Cf. Ibid., p. 186.
- ¹³² Cf. Ibid., p. 186.
- ¹³³ Cf. TARSKI, Alfred. Logics, semantics and metamathematics. Oxford, Clarendon Press, 1956, pp. 152-278.

- ¹³⁴ Cf. POPPER, Karl. A sociedade aberta e seus inimigos. p. 390.
- ¹³⁵ Ibid., p. 390.
- ¹³⁶ Cf. Id., Conhecimento objetivo, pp. 294-312 e Conjecturas e refutações, pp. 248-57.
- ¹³⁷ Id., Conhecimento objetivo, p. 25.
- ¹³⁸ Id., Realism and the aim of science, p. 67.
- ¹³⁹ Cf. Id., p. 58.
- ¹⁴⁰ Cf. Id., Conjecturas e refutações, pp. 257-60 e pp. 428-35.
- ¹⁴¹ Cf. ACKERMANN, Robert J., Op. cit., p. 93 e p. 100.
- ¹⁴² Cf. MILLER, David. "Popper's qualitative theory of verisimilitude". British Journal for the Philosophy of science. 25, 1974, pp. 166-77; TICKY, Pavel. "On Popper's definitions of verisimilitude". British Journal for the philosophy of science. 25, 1974, pp.155-60.
- ¹⁴³ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 1192 e Realism and the aim of science, pp. XXXVI-XXXVII.
- ¹⁴⁴ Cf. Id., Realism and the aim of science, p. XXXVI.
- ¹⁴⁵ Cf. Id., "A note of verisimilitude". British Journal for the philosophy of science", 27, 1976, p. 158.
- ¹⁴⁶ Cf. Id., Conjecturas e refutações, pp.261-2 e p.267.

- ¹⁴⁷ Cf. Id., Conhecimento objetivo, pp. 104-5 e "Replies to my critics", pp. 1192-3.
- ¹⁴⁸ Cf. Id., Conhecimento objetivo, p. 105.
- ¹⁴⁹ Id., "Replies to my critics", p. 1193.
- ¹⁵⁰ Cf. Ibid., p. 1193.
- ¹⁵¹ Cf. LAKATOS, Imre. "Popper on demarcation and induction". In: SHILPP, Paul Arthur (ed.). The philosophy of Karl Popper. v. 2., La Salle, Open Court, 1974, pp. 156-9.
- ¹⁵² Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 284.
- ¹⁵³ Cf. Ibid., p. 280.
- ¹⁵⁴ Cf. Ibid., pp. 123-65.
- ¹⁵⁵ Cf. BAR:HILLEL, Yeoshua. "Popper's theory for corroboration". In: SCHILPP, Paul Arthur (ed.). The philosophy of Karl Popper, p. 334.
- ¹⁵⁶ Cf. BUNGE, Mario. Teoria e realidade, pp. 131-44.
- ¹⁵⁷ Cf. Ibid., pp. 150-1 e Id., Seudociências e ideologias, pp. 54-7.
- ¹⁵⁸ Cf. BOWLER, Peter J. El eclipse del darwinismo; teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas em torno a 1.900. Barcelona, Labor Universitaria, 1985.
- ¹⁵⁹ Cf. WATKINS, John. Op. cit., pp. 335-6.

- ¹⁶⁰ Cf. DERKSEN, A.A. "The alleged unity of Popper's philosophy of science: falsifiability as fake cement". Philosophical studies. D. Reidel, 48, 1985, pp.313-36.
- ¹⁶¹ Cf. POPPER, Karl. Conhecimento objetivo, p. 32.
- ¹⁶² Cf. KUHN, Thomas S. The structure of scientific revolutions. 2. ed. Chicago, The University of Chicago Press, 1970, pp. XII-X e p. 121.
- ¹⁶³ Cf. Ibid., pp. 36-9.
- ¹⁶⁴ KUHN, Thomas S. "A função do dogma na investigação científica". In: DEUS, Jorge Dias de (org.). A crítica da ciência. 2. ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1970, p.71.
- ¹⁶⁵ Cf. Ibid., capítulos VI a VIII, Cf. Id., The structure of scientific revolution, cap. VI-VIII.
- ¹⁶⁶ Cf. Ibid., capítulos IX-XIII.
- ¹⁶⁷ Ibid., pp. 111-21.
- ¹⁶⁸ Cf. Ibid., p. 77.
- ¹⁶⁹ Cf. Ibid., p. 152.
- ¹⁷⁰ Cf. Ibid., p. 204.
- ¹⁷¹ Cf. STEGMULLER, Wolfgang. Estructura y dinámica de teorías. Barcelona, Ariel, 1983, pp. 210-4.
- ¹⁷² Cf. MASTERMAN, Margaret. "A natureza de um paradigma". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. A crítica e o de-

envolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix;Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 72-108.

¹⁷³ Cf. KUHN, Thomas S. "Reflexões sobre meus críticos". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. Op. cit., p. 335.

¹⁷⁴ KUHN, Thomas S. The structure of scientific revolutions. pp. 102, 118, 125 e 200.

¹⁷⁵ Cf. Ibid., p. 118.

¹⁷⁶ Cf. Ibid., pp. 128-30.

¹⁷⁷ Cf. Ibid., "A função do dogma na investigação científica", pp. 77-8.

¹⁷⁸ Cf. Id., The structure of scientific revolutions, p. 202.

¹⁷⁹ Cf. Ibid., pp. 185-99.

¹⁸⁰ Cf. Ibid., pp. 185-6.

¹⁸¹ Cf. Ibid., pp. 171-2 e pp. 206-7.

¹⁸² Cf. OLDROYD, David. The arch of knowledge, p. 326.

¹⁸³ POPPER, Karl. "A ciência normal e seus perigos". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. Op. cit., pp. 65-6.

¹⁸⁴ Cf. Ibid., pp. 66-7.

¹⁸⁵ Cf. BUNGE, Mario. Sseudociência e ideologia, p. 46.

- ¹⁸⁶ Cf. PEIERLS, Rudolf. Surprises in theoretical physics. Princeton, Princeton University, 1979.
- ¹⁸⁷ KUHN, Thomas S. Op. cit., pp. 24-5.
- ¹⁸⁸ O'HEAR, Anthony. The philosophy of Karl Popper, p.117.
- ¹⁸⁹ Cf. KUHN, Thomas S. Op. cit., p. 102.
- ¹⁹⁰ Cf. WATKINS, John. "Contra a ciência normal". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. Op. cit., p. 47.
- ¹⁹¹ Cf. BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo, pp. 72-3.
- ¹⁹² Cf. Id., Seudociencia e ideologia, p. 47.
- ¹⁹³ Cf. Id., Racionalidad y realismo, pp. 72-3.
- ¹⁹⁴ Cf. Id., Seudociencia e ideologia, pp. 52-3.
- ¹⁹⁵ Cf. POPPER, Karl. Op. cit., pp. 67-8.
- ¹⁹⁶ Cf. MAYR, Ernst. The growth of biological thought, pp. 569-70.
- ¹⁹⁷ WATKINS, John. Op. cit., p. 48.
- ¹⁹⁸ Cf. Ibid., p. 47.
- ¹⁹⁹ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 324.
- ²⁰⁰ Cf. STEGMULLER, Wolfgang. Op. cit., e SNEED, Joseph. The logic structure of mathematical physics. 2. ed. Dordrecht, Reidel, 1970.

- ²⁰¹ Cf. BUNGE, Mario. Op. cit., pp. 104-8 e TRUESDELL, Clifford. An idiot's fugitive essays on science. New York, Springer, 1984.
- ²⁰² POPPER, Karl. Conjecturas e refutações, p. 67
- ²⁰³ Cf. Ibid., p. 67.
- ²⁰⁴ Cf. LAKATOS, Imre. "O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan. Op. cit., p. 121.
- ²⁰⁵ Cf. Ibid., pp. 121-2.
- ²⁰⁶ Cf. Ibid., pp. 122-3.
- ²⁰⁷ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 1009.
- ²⁰⁸ Cf. Ibid., pp. 1004-5 e p. 1007.
- ²⁰⁹ Cf. O'HEAR, Anthony. Op. cit., p. 102.
- ²¹⁰ Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 326.
- ²¹¹ Cf. Ibid., p. 325.
- ²¹² Cf. Ibid., p. 325.
- ²¹³ Ibid., p. 327.
- ²¹⁴ Cf. Ibid., p. 327.
- ²¹⁵ Cf. Id., La metodología de los programas de investigación científica. Madrid, Alianza Editorial, 1983, pp. 220-1.

- ²¹⁶ Cf. LAKATOS, Imre. Op. cit., p. 230.
- ²¹⁷ Cf. Ibid., p. 230.
- ²¹⁸ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 329.
- ²¹⁹ Cf. MICHOD, Richard E. "Positive heuristics in evolutionary biology". British Journal for the philosophy of science. 32, 1981, p. 31.
- ²²⁰ Cf. MUSGRAVE, Alan. "Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the chemical revolution". In: HOUSON, Colin. Method and appraisal in the physical sciences. Cambridge, Cambridge University, 1976, p. 188.
- ²²¹ Cf. LAKATOS, Imre. Op. cit., p. 164.
- ²²² Cf. Ibid., p. 165.
- ²²³ Cf. Ibid., La metodología de los programas de investigación científica, p. 230.
- ²²⁴ Cf. Ibid., p. 230.
- ²²⁵ Cf. Id., La metodología de los programas de investigación científica, pp. 230-1.
- ²²⁶ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 329.
- ²²⁷ Cf. LAKATOS, Imre. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica, p. 191.

- ²²⁸ Id., La metodología de los programas de investigación científica, pp. 230-1.
- ²²⁹ Cf. MUSGRAVE, Alan. Op. cit., p. 203.
- ²³⁰ Ibid., p. 203, p. 94.
- ²³¹ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 329.
- ²³² Cf. HOWSON, Colin. Op. cit.
- ²³³ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 330.
- ²³⁴ Cf. WATKINS, John. Op. cit., pp. 330-4.
- ²³⁵ Cf. Ibid., pp. 156-7.
- ²³⁶ Cf. Ibid., pp. 346-7.
- ²³⁷ Cf. Ibid., p. 157.
- ²³⁸ Cf. Ibid., p. 156.
- ²³⁹ Cf. LAKATOS, Imre, Op. cit., p. 148.
- ²⁴⁰ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 332.
- ²⁴¹ Cf. FEYERABEND, Paul. Contra o método, Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1977, pp. 292-3.
- ²⁴² Cf. Ibid., pp. 40-67 e pp. 458-9.
- ²⁴³ Cf. Ibid., p. 17 e p. 300
- ²⁴⁴ Cf. OLDROYD, David., Op. cit., p. 336.

- ²⁴⁵ Cf. FEYERABEND, Paul. Op. cit., p. 121.
- ²⁴⁶ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 337.
- ²⁴⁷ Cf. WATKINS, John. Op. cit., p. 159.
- ²⁴⁸ Cf. FEYERABEND, Paul. Op. cit., pp. 401-12.
- ²⁴⁹ Cf. GELLNER, Ernest. "Além da verdade e da falsidade". Cadernos de história e filosofia da ciência. Campinas, Unicamp, (1) 1980, p. 73.
- ²⁵⁰ Cf. Ibid., p. 68.
- ²⁵¹ Cf. Ibid., p. 70.
- ²⁵² Cf. FEYERABEND, Paul. Op. cit., p. 321, pp. 374-8.
- ²⁵³ BUNGE, Mario. Racionalidad y realismo, p. 74.
- ²⁵⁴ Cf. Ibid., p. 74.
- ²⁵⁵ Cf. Id., Seudociencia e ideologia, p. 58.
- ²⁵⁶ FEYERABEND, Paul. Op. cit., p. 465.
- ²⁵⁷ Ibid., p. 465.
- ²⁵⁸ Cf. Ibid., p. 465.
- ²⁵⁹ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., pp. 342-56.
- ²⁶⁰ MAYR, Ernst. Op. cit., p. 491.
- ²⁶¹ Cf. Ibid., p. 492.
- ²⁶² Cf. Ibid., p. 493.

- ²⁶³ Cf. Ibid., pp. 493-4.
- ²⁶⁴ Cf. Ibid., p. 492 e pp. 525-39.
- ²⁶⁵ Cf. MAYR, Ernst. Op. cit., p. 514.
- ²⁶⁶ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 350.
- ²⁶⁷ Cf. LATOUR, B. & WOOLGAR, S. Laboratory life: the social construction of scientific facts. Beverly Hills, Sage, 1979.
- ²⁶⁸ Cf. OLDROYD, David. Op. cit., p. 354.
- ²⁶⁹ Cf. Ibid., p. 355.
- ²⁷⁰ Cf. POPPER, Karl. "A ciência normal e seus perigos", p. 69.
- ²⁷¹ Cf. Id., A sociedade aberta e seus inimigos, pp. 399-400.
- ²⁷² BERGER, Peter. Perspectivas sociológicas; uma visão humanística. Petrópolis, Vozes, 1976, p. 194.
- ²⁷³ Cf. POPPER, Karl. A sociedade aberta e seus inimigos, p. 232.
- ²⁷⁴ Ibid., p. 238.
- ²⁷⁵ Cf. Ibid., pp. 239-40.
- ²⁷⁶ Id., Conhecimento objetivo, p. 88.

CAPÍTULO VI

CIENCIA, PSEUDOCIENCIA E SENSO COMUM

"Desejo propor a consideração favorável do leitor uma doutrina que receio poder parecer tremendamente paradoxal e subversiva. Ei-la: é indesejável acreditar numa proposição quando não há a menor base para supor que ela seja verdadeira".

Bertrand Russell

"Porque não é apenas o interesse que leva os homens a matarem-se mutuamente. É também o dogmatismo. Nada é tão perigoso como a certeza de ter razão. Nada causa tanta destruição como a obsessão de uma verdade considerada absoluta".

François Jacob

"A história da ciência, como a história de todas as idéias humanas, é feita de sonhos irresponsáveis, de erros e de obstinação. Mas a ciência é uma das poucas atividades humanas — talvez a única — em que os erros são criticados sistematicamente (e com frequência corrigidos)".

Karl Popper

Acunpunctura, alquimia, astrologia, astronomia, biorritmo, criacionismo científico, física, homeopatia, iridologia, mecânica clássica, mecânica quântica, metafísica, numerologia, psicanálise, psicologia, química, rabdomancia, realismo crítico, senso comum, sociologia, teoria do big-bang, teoria do flogisto, teoria da relatividade. Esta lista inclui, em ordem alfabética, campos de conhecimento muito variados. Encontramos aí ciências, pseudociências (e suas aplicações, as pseudotecnologias), conhecimento comum, conhecimento filosófico, teorias científicas que foram refutadas e teorias científicas possivelmente verdadeiras. Em alguns casos, a distinção não é clara e o que hoje não é ciência poderá vir a sê-lo amanhã. Isto não quer dizer, porém, que a distinção nunca possa ser feita e que ela não seja útil, como veremos neste capítulo.

6.1. A distinção entre ciência e não ciência

Uma teoria científica é verdadeira? Atualmente a maioria dos filósofos não tem mais a pretensão de responder afirmativamente a esta pergunta. Alguns ainda tentam defender a posição de que as teorias científicas são, provavelmente, mais verdadeiras que teorias não científicas. Outros procuram afirmar que elas caminham em direção à verdade, embora talvez nunca possam alcançá-la. De qualquer modo, usualmente se reconhece que uma teoria pode ser considerada científica apesar de ser falsa. E, talvez, alguma teoria não científica seja verdadeira. Isto quer

dizer que deve existir algum critério para avaliar a cientificidade de uma teoria, independentemente do fato de ela ser ou não verdadeira.

Este critério permitirá distinguir a ciência de outras formas de conhecimento — especialmente da pseudo-ciência, que embora se pretenda ciência, não pode ser considerada como tal.

6.1.1. A refutabilidade como critério para distinguir a ciência da não ciência.

Foi durante o eclipse de 29 de maio de 1919. Duas expedições científicas, uma na ilha de Príncipe, então colônia portuguesa situada na costa oeste da África, e outra na cidade de Sobral, no interior do Ceará, testaram uma previsão feita por Einstein, em 1915, a partir da sua teoria da relatividade — a de que um raio de luz deveria sofrer um desvio quando se aproximasse de um campo gravitacional intenso, como o do Sol. Como as estrelas não podiam ser testadas durante o dia, ofuscadas pelo brilho do Sol, o teste só podia ser realizado durante um eclipse total.

O deslocamento previsto era de cerca de 1 grau e 75 segundos de arco. Os valores obtidos foram de $1^{\circ}61''$ e $1^{\circ}98''$, e uma nova medida, feita a partir das chapas originais, forneceu um valor de $1^{\circ}87''$, mais próximo ainda do resultado previsto: a teoria de Einstein acabava de passar

sar, com sucesso, por seu primeiro teste empírico.¹

Neste mesmo ano, em Viena, Áustria, Popper tentava resolver o que chamou de problema da demarcação: como podemos distinguir a ciência factual ou empírica das ciências formais, das teorias filosóficas e também das pseudo ciências?²

Popper percebeu que, enquanto a teoria de Einstein corria o risco de ser refutada — caso o efeito previsto não ocorresse —, certas teorias não científicas pretendiam ser capazes de "explicar" tudo. Referindo-se às teorias psicanalíticas de Freud e Adler, Popper relata ter percebido que

"... o mundo estava repleto de verificações da teoria. Qualquer coisa que acontecesse vinha confirmar isso (...). Não conseguia imaginar qualquer tipo de comportamento humano que ambas as teorias fossem incapazes de explicar. Era precisamente esse fato — elas sempre serviam e eram sempre confirmadas — que constituía o mais forte argumento em seu favor. Comecei a perceber aos poucos que essa força aparente era, na verdade, uma fraqueza".³

O que Popper estava querendo dizer é que certas teorias não fazem previsões que possam ser testadas e refutadas experimentalmente. Qualquer que seja o resultado de um teste, a teoria será sempre capaz de explicá-lo, acomodando-se a qualquer tipo de acontecimento. Em outras palavras, estas teorias — ao contrário da de Einstein — não satisfaziam ao critério da refutabilidade que, para Popper, é justamente o que permite distinguir a ciência da não ciência.⁴ De acordo com esse critério, para ser considerado

como ciência, um sistema de enunciados deve ser capaz de entrar em conflito com certos acontecimentos. Como vimos no capítulo anterior (em 5.4.2),

"... os critérios de refutação devem ser estabelecidos anteriormente: deve-se definir que situações observáveis refutariam a teoria se fossem realmente observadas".⁵

No caso da astrologia, diz Popper, as previsões eram suficientemente vagas para que sempre se confirmassem, tornando-se, assim, irrefutáveis.⁶ No caso das teorias psicanalíticas de Freud e Adler, não se podia conceber qualquer tipo de comportamento humano capaz de contradizê-las. Popper fornece como exemplo o fato de que, se um homem arriscar sua vida para salvar uma criança, seu ato pode ser interpretado pela psicanálise como um caso de sublimação; se ele matar a criança, pode-se dizer que houve uma repressão de algum componente do complexo de Édipo.⁷ Portanto, o que quer que uma pessoa faça, em qualquer circunstância, poderia ser explicado pela psicanálise: nenhum tipo de comportamento seria excluído e todos seriam compatíveis com a teoria.⁸ Foi isto que Freud fez, segundo Popper, quando observou que alguns pacientes relatavam sonhos em que um desejo era frustrado. Ele não considerou que isto era uma possível refutação à hipótese de que os sonhos representam satisfação de desejos. Em vez disso, afirmou que tais sonhos atendiam ao desejo do paciente de que a teoria freudiana estivesse errada. Desse modo, a aparente falsificação transformou-se em verificação.⁹

Em relação ao marxismo a situação seria diferente. Para Popper, enquanto a psicanálise nunca chegou a se constituir como ciência, o marxismo era, inicialmente, uma teoria científica, predizendo, por exemplo, que o socialismo ocorreria em primeiro lugar em países industrialmente mais desenvolvidos e que a evolução dos meios de produção levaria ao desenvolvimento social, político e ideológico do país. Entretanto, a revolução socialista surgiu inicialmente em um dos países industrialmente mais atrasados, e foi justamente a ideologia de Lenin e Stalin que estimulou a industrialização e não o inverso.¹⁰ Mas, como diz Popper, em vez de considerar que fatos como este eram uma refutação à teoria,

"... os seguidores de Marx reinterpretaram a teoria e a evidência para fazê-las concordar entre si. Salvaram assim a teoria da refutação, mas ao preço de adotar um artifício que a tornou de todo irrefutável".¹¹

Desse modo, o marxismo deixou de obedecer à regra metodológica de aceitar a refutação e, ao se imunizar contra críticas, deixou de ser uma ciência.¹²

Bunge também critica o fato de que a partir de teses originais e valiosas, como a luta de classes ou a influência dos fatores econômicos na história, não se tenham seguido estudos críticos para corrigir os equívocos da teoria marxista.¹³ Assim, teses como a de que a economia determina tudo o que sucede na política e na cultura são refutadas pelos numerosos casos em que inovações culturais,

como as da ciência, possibilitaram inovações técnicas que revolucionaram a economia.¹⁴ Para Bunge,

"... o marxismo, ontem revolucionário, é hoje intelectualmente conservador: não se renovou. O componente científico do marxismo, a economia marxista, não evoluiu junto com a realidade econômica. Deste modo, deixou de ser uma ciência para converter-se em pseudociência. (...) O marxismo está se asfixiando em seus próprios dogmas e logo morrerá, a menos que se renove..."¹⁵

Portanto, se admitirmos, como vimos no capítulo anterior (em 5.1.3), que enunciados não refutáveis são desprovidos de conteúdo empírico, não afirmando nem proibindo nada acerca da realidade e, se tanto Freud como Marx pretendem explicar, portanto prever fatos, então abandonar a refutabilidade significa correr o risco de não se fazer qualquer previsão interessante, isto é, dotada de grande conteúdo empírico.

No entanto, apoiar o critério de refutabilidade não significa aceitar prontamente uma refutação — uma vez que a decisão de considerar uma teoria refutada é sempre conjectural. Como Popper reconhece,

"... não devemos abandonar facilmente uma teoria em face de uma refutação, pois se o fizermos jamais descobriremos todas as suas possibilidades".¹⁶

Além disso, como vimos no capítulo anterior (em 5.4.2), sempre se poderá trabalhar em uma teoria refutada para corrigi-la, reformulando alguma hipótese adicional — desde que as modificações não sejam ad hoc, isto é, não diminuam o conteúdo empírico e o grau de falseabilidade da

teoria. Neste caso, porém, somente através de um estudo detalhado de como teorias como o marxismo ou a psicanálise enfrentam as críticas, isto é, de como elas reformulam suas hipóteses adicionais — aumentando ou diminuindo a refutabilidade da teoria — é que poderíamos decidir acerca de sua cientificidade.

As análises de Popper e Bunge, no entanto, são de caráter demasiadamente geral para permitir esta decisão. Alguns autores argumentam, por exemplo, que vários setores da teoria marxista têm sido submetidos a revisões e críticas, e inclusive princípios gerais, como a primazia completa do fator econômico sobre fatores culturais e políticos ou a suposta inevitabilidade da chegada ao poder da classe operária tem sido questionados.¹⁷ Em relação à psicanálise, também encontramos estudos procurando demonstrar que não somente existem hipóteses refutáveis na teoria freudiana, como o próprio Freud modificou ou mesmo abandonou certas teorias quando confrontado com contra-exemplos.¹⁸

Uma outra crítica que se pode fazer às análises de Popper e Bunge é que elas partem do princípio, discutível, de que há um método único para as ciências naturais e sociais. Como vimos no primeiro capítulo (em 1.3.5), alguns autores defendem a idéia de que ciências sociais ou humanas possuem métodos próprios, diferentes dos da ciência natural, como o método psicanalítico e a dialética. Neste caso, elas não poderiam ser julgadas pelos mesmos pa-

drões das ciências naturais, e há toda uma vasta literatura analisando o marxismo ou a psicanálise sob este ponto de vista.

Há ainda um ponto de fundamental importância: quando dizemos que um conjunto de idéias ou um sistema de enunciados não é científico, não estamos querendo dizer que ele é falso, absurdo, sem sentido ou inútil. Embora o positivismo lógico tenha defendido a tese de que todos os problemas genuínos seriam ou de caráter científico ou de caráter lógico — teorias filosóficas não seriam mais significativas do que o "balbúcio inconsequente de uma criança que não aprendeu ainda a falar" —, a verdade é que várias teorias científicas surgiram a partir de mitos ou sistemas filosóficos não testáveis, como o atomismo grego.¹⁹ Desse modo, sistemas não científicos podem desenvolver-se de forma a se tornarem testáveis e científicos. Assim, Popper não afirma que a psicanálise é falsa ou desprovida de importância. Pelo contrário, ele considera que a própria análise dos sonhos ou o conceito do inconsciente foram grandes descobertas de Freud, e acredita que algum dia essas afirmações terão um papel importante em uma ciência psicológica testável.²⁰

Concluimos então que sistemas não testáveis experimentalmente, como o conhecimento filosófico, podem ser importantes para o progresso do conhecimento. Para isso, no entanto, é necessário que eles possam ser discutidos e criticados. Para Popper, teorias filosóficas como o rea-

lismo (há um mundo exterior independente de mim), o idealismo (o mundo é meu sonho), ou o determinismo (o futuro é completamente determinado pelo presente) podem ser discutidas racionalmente se procurarmos compreender quais os problemas que estas teorias procuram resolver.²¹ Assim, se

"... considerarmos uma teoria como solução proposta para certo conjunto de problemas, ela se prestará imediatamente à discussão crítica, mesmo que seja não-empírica e irrefutável. Com efeito, podemos formular perguntas tais como: resolve o problema em questão? Resolve-o melhor do que outras teorias? Terá apenas modificado o problema? A solução proposta é simples? É fértil? Contraditará teorias filosóficas necessárias para resolver outros problemas?"²²

Do mesmo modo, as ciências formais — lógica e matemática — constituem exemplo de sistemas não testáveis experimentalmente, cujas teorias podem ser criticadas, discutidas, e até mesmo refutadas através de argumentos lógicos e provas matemáticas.

O critério de refutabilidade pode ser visto então como um caso especial do uso do método crítico. No caso da psicanálise, usar o método crítico significa, segundo o filósofo Sérgio Fernandes, não colocar, por exemplo, sempre a culpa na resistência do paciente se, ao agirmos como a teoria recomenda, não atingirmos determinado fim por ela previsto. Em vez disso, devemos questionar seriamente a técnica utilizada ou certos princípios teóricos que inspiram essa técnica. Do mesmo modo que devemos desconfiar também que nossas interpretações podem estar erradas.²³

Portanto, se um campo do conhecimento pretende ser racional — no sentido de ser crítico —, suas idéias devem ser passíveis de serem submetidas à discussão crítica e a argumentos lógicos, como é o caso da lógica, da matemática e de alguns sistemas filosóficos. Se, além disso, ele pretende falar acerca de fatos do mundo real, devemos exigir que seja refutável e capaz de ser testado experimentalmente — caso contrário não estaremos sendo suficientemente críticos e não poderemos, através do método do ensaio e erro, descobrir novos fenômenos, novas hipóteses, novos problemas, novas soluções.

Enfim, valorizar a ciência e desvalorizar a pseudociência significa reconhecer que, para que haja progresso no conhecimento e também para evitarmos certas consequências morais, indesejáveis, como vimos no final do último capítulo (em 5.4.5), devemos ser críticos, e não dogmáticos.

6.1.2. Como avaliar o grau de cientificidade de um campo de conhecimento

Embora o conhecimento comum seja, em certa medida, crítico, e apele para a experiência, sua velocidade de crescimento é pequena, comparada com a da ciência. Um dos motivos dessa diferença é que somente a ciência procura sistematicamente melhorar seus padrões de crítica, aumentando, por exemplo, a refutabilidade de suas hipóteses e o rigor de seus testes. Quanto maior a refutabilidade e

rigor dos testes — entre outros requisitos —, maior será o grau de cientificidade de um campo do conhecimento, o espírito crítico e a velocidade de expansão em direção a novos problemas, hipóteses, etc. É justamente investigando o grau com que um campo de conhecimento procura ser crítico que podemos avaliar seu grau de cientificidade e distinguir a ciência da pseudociência. Isto não quer dizer que não haja casos em que a distinção seja pouco nítida. Afinal, uma pseudociência pode melhorar seus padrões de crítica e, a partir de certo ponto, ser considerada como ciência.

A partir das idéias de crítica e refutabilidade, podemos extrair uma série de regras mais específicas que, se cumpridas, contribuirão para aumentar a cientificidade de um campo de conhecimento, que poderá, assim, ser avaliada. Essas regras englobam e integram vários princípios metodológicos propostos por Popper, Bunge e Watkins para avaliar as teorias científicas. Embora tais regras nem sempre possam ser aplicadas em todos os casos, o uso do método crítico implica que, sempre que for possível, elas sejam de fato aplicadas.²⁴

A primeira regra é que o conhecimento alcançado deve ser considerado conjectural, falível e incompleto. Isto quer dizer que ele pode, e deve, ser sempre questionado pois, se considerarmos que atingimos um conhecimento último e definitivo, ou seja, se acharmos que já chegamos à verdade, deixaremos de ser críticos. Isto implica também

em admitir nossa ignorância e, portanto, a necessidade de mais investigação, procurando novas hipóteses para resolver os problemas ainda pendentes — hipóteses que, por sua vez, vão gerar novos problemas. Tudo isto vale não só para o produto do conhecimento mas também para suas técnicas e métodos: também eles deverão ser questionados e modificados. Não é por acaso que algumas pseudociências estagnaram e seus seguidores tenham se limitado a repetir as mesmas idéias, técnicas e princípios pretensamente verdadeiros de centenas ou até milhares de anos atrás. Em contrapartida, observe-se a evolução das ciências factuais nos últimos tempos, quando novas teorias e técnicas sobrepujaram as antigas.

Para não diminuirmos a refutabilidade de uma teoria, devemos evitar o uso de hipóteses ad hoc. Por outro lado, para aumentarmos sua refutabilidade e, conseqüentemente, sua cientificidade, devemos buscar leis cada vez mais gerais, profundas e precisas. Isto quer dizer que os contra-exemplos e as exceções ou anomalias não devem ser ignorados, como ocorre em muitas pseudociências; que devemos procurar leis que forneçam as condições necessárias para a ocorrência de um evento, em vez de profecias de caráter não condicional; que devemos procurar descobrir as causas e os mecanismos profundos dos fenômenos, em vez de nos limitarmos a descrever aparências e sintomas; que devemos formular previsões precisas, e não vagas. Assim, quanto maior o uso de leis gerais, precisas e profundas,

maior o grau de cientificidade de um campo de conhecimento.

Se quisermos ser críticos devemos buscar o confronto com a experiência, procurando refutar nossas hipóteses através de testes severos, e se quisermos que nosso conhecimento progrida, é necessário também conseguir algum grau de corroboração. Mas o próprio experimento deve ser encarado criticamente: em vez de nos darmos por satisfeitos com observações isoladas, sujeitas a interferência de fatores desconhecidos — como é freqüente no conhecimento comum e também nas pseudociências — devemos controlar as variáveis, utilizando medidas, testes estatísticos e grupos de controle. Devemos exigir também que o resultado possa ser repetido por outros observadores e que possa ser submetido a testes independentes. Desse modo, aumentamos a objetividade e o rigor do teste, descobrindo mais facilmente possível erros e conseguindo resultados mais confiáveis. Enfim, desprezar a experiência controlada é abdicar de uma ferramenta importantíssima para a procura das causas de um fenômeno e a eliminação de hipóteses falsas.

Em alguns casos pode ser difícil, ou até impossível, se valer desse importante recurso. Mas este não é o caso de muitas pseudociências, que não só se utilizam da experiência controlada como nem mesmo se preocupam em testar suas hipóteses. Portanto, o uso de experiências controladas — sempre que for possível — e a constante crítica

tica e discussão dos resultados de um experimento é um sinal da cientificidade de um campo de conhecimento.

Mas, ser crítico não é apenas se valer de testes empíricos: é também procurar eliminar contradições dentro de uma teoria ou de um conjunto de hipóteses. Em outras palavras, é se preocupar com a coerência interna de um sistema. Esta busca de coerência será facilitada se os pressupostos e os conceitos utilizados no sistema foram claramente destacados, em vez de se formularem princípios vagos e obscuros a partir de conceitos pouco precisos. Isto significa que devemos, sempre que possível, fazer uso da lógica e da matemática.

O uso da lógica e da matemática permite não apenas descobrir e eliminar contradições, como aumentar o nūmero de conseqüências testáveis, formular hipóteses e leis mais precisas, realizar testes mais severos e elaborar um sem número de modelos diferentes para explicar os fatos. Os modelos matemáticos são muito mais ricos e férteis do que analogias pictórias ou modelos qualitativos, inspirados apenas na nossa experiência cotidiana e formulados sem o uso da matemática — como são os modelos usualmente empregados nas pseudociências e no conhecimento comum. Um biólogo não se limita a explicar as relações entre presa e predador dizendo apenas que se trata de uma "luta entre opostos". Em vez disso, constrói um modelo, ã base de equações matemáticas, que, supostamente, descreverá o que ocorre na natureza.²⁵ Do mesmo modo, as propriedades do

elêtron não podem ser adequadamente explicadas através do modelo de uma pequena esfera carregada negativamente. Assim, quanto mais uma ciência se afasta da simples descrição de eventos observáveis, maior será o uso da lógica e da matemática e maior a cientificidade da teoria.

Ser crítico não é apenas evitar contradições dentro de determinada área da ciência, mas procurar também uma coerência entre teorias de disciplinas diferentes. Se um fenômeno biológico contrariar uma lei da física — como a lei da conservação da energia —, algo deve estar errado e teremos que procurar o culpado para eliminar a contradição. Somente assim poderemos utilizar teorias da física para, por exemplo, construir instrumentos utilizados em biologia, e somente assim uma área poderá apoiar a outra em suas pesquisas. As pseudociências, por outro lado, costumam isolar-se da ciência. Seus seguidores ostentam, às vezes, uma completa indiferença para com as descobertas científicas, sustentando princípios e leis que frequentemente contradizem princípios científicos. Em certos casos, elas buscam algum apoio nas teorias científicas, empregando — muitas vezes, de forma inapropriada — termos como onda, energia, campo etc., para explicar seus fenômenos. Mas, a falta de vínculos ou de coerência com a ciência impedem que o cientista dê algum valor a seus argumentos. Além do mais, quase sempre essas explicações são de caráter vago e não têm a forma lógica das explicações científicas. Isto significa que os fenômenos supostamente

explicados não decorrem logicamente das leis gerais da ciência, pelo contrário: a ligação é quase sempre muito "frouxa" ou mesmo inexistente.

A natureza é muito complexa e, para captar um pouco dessa complexidade, o cientista elabora modelos e teorias, propositadamente simplificados. A seguir, através do teste de suas hipóteses, ele reformula e sofisticar, aos poucos, esses modelos e teorias, de forma a aproximá-las cada vez mais da realidade. À medida que nosso conhecimento científico avança — penetrando em níveis mais profundos da realidade e explicando um número cada vez maior de fenômenos —, elaboramos modelos matemáticos mais complexos. Toda esta tarefa é produto da pesquisa de inúmeros cientistas do passado, e para compreendê-la é necessário um longo e às vezes árduo aprendizado. Seria ótimo se com alguns meses de estudo, a partir apenas da capacidade de ler e escrever corretamente, por exemplo, pudéssemos prever e explicar o passado, presente e futuro de pessoas, nações e até mesmo do mundo. Infelizmente, porém, o cientista acha que devemos ter consciência de nossas limitações, que não somos os donos da verdade, que podemos errar e que, efetivamente, erramos; assim, ele procura apenas corrigir o mais rapidamente possível seus erros.

Em resumo, sempre que nos deparamos com algum tipo de conhecimento que pretenda fazer previsões, explicar fenômenos do mundo ou ser aplicado para fins práticos, como o de curar doenças, prever traços da personalidade e

acontecimentos futuros, influir no comportamento de uma pessoa etc., devemos nos perguntar se, neste campo, é possível: a) usar a lógica e a matemática para eliminar contradições, deduzir previsões e elaborar modelos; b) procurar leis gerais precisas e profundas para explicar os fatos; c) testar e refutar hipóteses através de experimentos controlados; d) estabelecer pontos de contato com outras áreas da ciência; e) criticar os princípios, os métodos e os resultados obtidos. Enfim, devemos procurar descobrir se é possível o uso do método crítico. Se nossas análises nos mostrarem que o uso deste método é viável no caso em questão, mas que, apesar disso, ele não é empregado —, então, provavelmente, não estamos diante de uma ciência ou de um conhecimento crítico. E sim diante de um dogma. Neste caso podemos afirmar também que os livros publicados para expor e defender essas idéias não conterão argumentos, e sim falácias e propaganda; que estaremos diante não de cientistas, mas de defensores de alguma coisa que, mesmo que não o admitam, estarão agindo autoritariamente. E então, serão eles — e não os cientistas — os sectários, os que não têm a mente aberta a novidades, a críticas e a novas descobertas.

6.1.3. Ciência e senso comum

Todos nós sabemos muitas coisas que nos ajudam em nosso dia-a-dia e que funcionam bem na prática. Nas zonas rurais, muitas pessoas, mesmo sem nunca ter freqüentado uma escola, sabem a época certa de plantar e de colher.

Esse conjunto de crenças e opiniões, essencialmente de caráter prático, uma vez que procura resolver problemas cotidianos, forma o que se costuma chamar de conhecimento comum ou senso comum.

A relativa eficiência do senso comum deve-se ao fato de que ele também passou, como o conhecimento científico, por um processo de aprendizagem por ensaio e erro. Graças à linguagem, o conhecimento adquirido por um indivíduo pode ser transmitido a outros indivíduos e, inclusive, às gerações seguintes, que, por sua vez, podem modificá-lo e corrigi-lo através do processo de ensaio e erro. Portanto, pelo menos em certo grau, o conhecimento comum é também um conhecimento crítico. No entanto, seu nível crítico é muito inferior ao do conhecimento científico.

O senso comum limita-se, na maioria das vezes, a tentar resolver problemas de ordem prática. Por isso, enquanto determinado conhecimento funcionar bem, dentro das finalidades para as quais foi criado, ele continuará sendo utilizado sem muito questionamento. Já o conhecimento científico procura, sistematicamente, criticar uma hipótese, mesmo que ela resolva satisfatoriamente os problemas para os quais foi concebida. Isto quer dizer que em ciência procuramos aplicar uma hipótese para resolver novos problemas, ampliando seu campo de ação para além dos limites de objetivos práticos e problemas cotidianos. Assim, em vez de leis gerais ou universais, predominam no conhecimento comum generalizações empíricas de baixo nível de

universalidade. Como diz o filósofo Ernest Nagel, criadores de animais conhecem muitas técnicas para selecionar, por meio de cruzamentos, os animais com características mais vantajosas ao homem. Já o cientista, através do estudo da genética, procura alcançar muito mais do que isso: ele tenta explicar, lançando mão de leis gerais, os resultados de qualquer cruzamento, independentemente deles serem úteis ou não ao homem.²⁶

A ausência de testes rigorosos, como a experiência controlada, impede que sejam eliminadas conclusões falsas, mantidas apenas pela tradição. Assim a melhora natural no caso de doenças que, em geral, regredem de forma espontânea — como resfriados, certas indisposições e dores de cabeça — pode dar a impressão de que os produtos utilizados realmente surtirem algum efeito.

Além de não empregar testes controlados, o conhecimento comum fica restrito à descrição da aparência dos fenômenos, não examinando suas causas e seus efeitos mais profundos. Desse modo, ervas e produtos que apenas provocam o desaparecimento dos sintomas de uma doença, podem ser considerados perfeitamente eficazes. No entanto, a progressão da doença poderá causar, a longo prazo, sérios danos à saúde. O mesmo problema pode ocorrer devido ao efeito placebo, que, como vimos, somente pode ser descoberto através de testes controlados.

Isto não quer dizer que o conhecimento prático não possa resolver certos problemas com relativo sucesso.

Muitas ervas e plantas utilizadas pela chamada "medicina popular" tiveram alguns de seus efeitos corroborados através de testes controlados: o chá de erva-doce, usado para tratar cólicas em recém-nascidos, provoca realmente efeito antiespasmódico. No entanto, em muitos casos, os efeitos previstos não foram encontrados. Muitos chás não têm o efeito que as práticas populares lhes atribuem, assim como ingerir chá de castanha, isolar o paciente em quarto escuro ou outras simpatias e crendices não apresentam qualquer eficácia contra mordida de cobra. Pelo contrário, crenças errôneas podem levar uma pessoa a adiar o tratamento correto — no caso a aplicação de soro antiofídico —, colocando em risco sua vida.

O perigo de aceitarmos acriticamente práticas e crenças populares advém, igualmente, do fato de que ao senso comum escapam efeitos prejudiciais que só se manifestam a longo prazo: o longo espaço de tempo decorrido entre a causa e o efeito induz a erros difíceis de serem detectados pela experiência comum. O professor de farmacologia Edvaldo Rodrigues de Almeida adverte que plantas como o confrei, a canela e o louro, utilizadas em chás que são recomendados para diarréias, tratamento de hemorragias e má digestão, respectivamente, podem provocar tumores em ratos e malformações em fetos. No caso do confrei, pesquisas recentes indicam a possibilidade de formação de tumores também em seres humanos.²⁷

Essa grave insuficiência do senso comum é conse-

qüência não apenas da falta de testes controlados, como também do apego a conseqüências imediatas: o senso comum não procura expandir suas generalizações de modo a ampliar sua validade. É ainda conseqüência de se permanecer ao nível das aparências, em vez de procurar explicações mais profundas em função de fenômenos não diretamente observáveis. Finalmente, é produto também do pouco uso de medidas e testes quantitativos, através dos quais podemos extrair a substância ativa, responsável pela propriedade de um chá, e estabelecer as dosagens necessárias para que seus efeitos sejam efetivos, sem serem tóxicos.

A falta de leis precisas e testes quantitativos diminui muito a eficácia desses produtos, além de trazer algum perigo. A erva digital, por exemplo, usada em chás como cardiotônico e diurético, se ingerida em excesso, pode provocar problemas sérios ao organismo, levando, inclusive, à morte.²⁸

Como vemos, esses produtos têm sua eficácia restrita a certas doenças e a certos limites que somente podem ser estabelecidos por testes controlados. Fora desses limites sua eficácia pode ser nula ou até mesmo prejudicial. Assim, o senso comum freqüentemente desconhece os limites dentro dos quais suas crenças são válidas e dentro dos quais suas práticas podem ser bem sucedidas.²⁹

Isto não quer dizer que nossas plantas e ervas não devam ser aproveitadas. Principalmente em países de flora tão rica e de população tão pobre, como o Brasil, é

importante aproveitar as propriedades terapêuticas desses produtos. Mas isto deve ser feito através de pesquisas científicas, que permitem conhecer, de forma mais precisa, tanto seus efeitos benéficos como os efeitos prejudiciais.

Finalmente, é bem conhecido o fato de que o senso comum abriga em seu bojo opiniões contraditórias entre si, devido não somente a falta de sistematização lógica de suas idéias, como também à imprecisão dos conceitos utilizados, que geralmente admitem mais de um significado diferente.

Na história da ciência não são poucos os casos em que, ao tentar resolver problemas que, aparentemente, não tinham qualquer aplicação de ordem prática e imediata, isto é, ao buscar o conhecimento pelo conhecimento, um cientista realizou descobertas de inesperadas conseqüências práticas. Assim, ao buscar a unificação de fenômenos aparentemente desconexos para o senso comum, como a queda de uma maçã e o movimento dos planetas ao redor do Sol; ao apelar para entidades não observáveis, procurando moléculas responsáveis por determinadas propriedades de um produto; enfim, ao tentar estabelecer leis precisas, testes controlados e evitar incoerências, o cientista aumenta a refutabilidade e o espírito crítico de seu conhecimento sendo capaz, desse modo, de ampliar e corrigir seus erros de forma muito mais rápida do que o conhecimento comum. Por isso, seguir o conhecimento comum, quando na mesma si

tuação podemos optar pelo conhecimento científico, é aumentar o risco de sermos nós os que serão eliminados, em vez de nossas teorias.

6.1.4. Homeopatia — Ciência ou pseudociência?

Desde 1981 a Universidade de Lille confere diplomas de homeopatia a médicos e farmacêuticos que se especializam nesta prática. Mas, em outubro de 1984, a Academia de Medicina da França declarou ser inoportuno, no estado atual dos conhecimentos, conferir diplomas a certas práticas terapêuticas, como a homeopatia, que não são aceitas nem utilizadas pela maior parte dos médicos.³⁰

Esta controvérsia vem se arrastando há quase dois séculos, desde 1790, quando o médico alemão Christian Friedrich Samuel Hahnemann (1755-1843) teve a idéia de experimentar em si mesmo os efeitos da quina, um medicamento utilizado para combater a malária. Observou então que, apesar de estar com saúde, certos sintomas que ele considerou semelhantes aos da malária se manifestaram: palpitações, pulso acelerado, ansiedade, tremores, enfraquecimento dos membros, sede, etc.³¹ Após seis anos de experimentos em si mesmo e em seus familiares, Hahnemann concluiu que uma substância que produz sintomas em pessoas sadias é capaz de curar uma pessoa doente com esses mesmos sintomas. Surgia, assim, um dos princípios básicos da homeopatia.

Se quisermos ser críticos, porém, devemos supor que esse princípio, como qualquer outro, é apenas uma conjectura, que deverá ser permanentemente testada através de experimentos; por maior que seja o número de "confirmações" obtidas na prática, jamais atingiremos a certeza de que o princípio será válido para todos os casos. Se um homeopata não admitir a possibilidade de rever este princípio sempre que os resultados de um experimento apontarem contra ele, estará deixando de ser crítico.

Além disso, como qualquer experiência é sempre realizada à luz de teorias, expectativas, ou algo equivalente, não se pode dizer que a conclusão de Hahnemann seja a única possível. Para a medicina tradicional, a interpretação do que ocorreu com Hahnemann é outra: ele teria tido uma intoxicação por quinino, a substância ativa da quina. Seus sintomas, inclusive, não eram completamente idênticos aos da malária, estando ausente, por exemplo, a febre alta — até 41°C — que se manifesta nos ataques desta doença.³² Outro problema é que o conceito de semelhança, assim como o de oposto, é demasiadamente vago: praticamente qualquer coisa será semelhante (ou oposta), sob alguns aspectos, a praticamente qualquer outra — e diferente sob outros. Assim, muitos outros produtos poderão produzir sintomas que, sob outros aspectos, serão também semelhantes aos da malária. Mas, se o conceito de semelhante for suficientemente vago para se acomodar a uma ampla classe de medicamentos, ele terá seu conteúdo empíri-

do diminuído, e conseqüentemente, pouco contribuirá para o aumento de nosso conhecimento.

Além disso, será que todos os medicamentos que causam sintomas semelhantes aos da malária têm poder curativo? Se após testes controlados em pessoas doentes, alguns destes medicamentos não fizerem efeito, teríamos de pensar em reformular este princípio. Enfim, o que se exige é que a homeopatia procure ser crítica.

Em ciência, leis gerais não devem ser consideradas a salvo de refutações, por mais evidentemente verdadeiras que possam parecer. Aliás, o princípio da semelhança não é tão evidente assim. Certas práticas orientais, como a macrobiótica, por exemplo, procuram o equilíbrio através dos opostos e não dos semelhantes. Por que a medicina tradicional não poderia fazer o mesmo?

Se analisarmos certos procedimentos médicos em relação a esses princípios, veremos que, em alguns casos, poderíamos interpretá-los de acordo com o princípio da semelhança. As vacinas, por exemplo, são fabricadas a partir dos próprios germes causadores da doença ou de germes semelhantes a ele. No entanto, considera-se que as vacinas têm um caráter principalmente preventivo, servindo para estimular a produção de anticorpos que poderão impedir que a doença se instale. Não se dá a vacina conhecida por BCG, por exemplo, a um tuberculoso, ou vacina antidiftérica a um doente com difteria, mas sim antibióticos, ou

então soros contendo o anticorpo contra a doença.³³ Nesses casos, a medicina teria utilizado o princípio dos opostos.

Para a medicina tradicional, exemplos como esse são motivos para se desconfiar da validade geral e absoluta do princípio da semelhança, considerando então que ele pode se revelar inadequado quando aplicado a certos casos. Esta é, na realidade, a essência do método crítico. Surge então a pergunta: a homeopatia admite questionar esse princípio, ou ele é considerado sempre verdadeiro? Parece que este princípio não é questionado pelos homeopatas.

As controvérsias tornam-se maiores à medida que Hahnemann se afasta de alguns princípios básicos da medicina tradicional e da farmacologia. Ele passa a experimentar soluções tão diluídas de certos medicamentos que, em certos casos, pode-se mostrar, através de cálculos químicos, que muitos vidros deixam de conter qualquer molécula do medicamento. No entanto, para Hahnemann, mesmo estas soluções conservam o poder de cura — inclusive sem efeitos secundários — sendo mesmo mais potentes que as soluções menos diluídas.³⁴ Para isto é necessário, porém, que cada diluição seja submetida a 100 movimentos verticais de agitação, ou sucussões, para que elas passem a ter, realmente, um poder curativo.

Essas idéias parecem incompatíveis com o conceito médico e farmacológico de que a ação de uma droga aumenta

com a concentração de suas moléculas. No entanto, é sabido que, em certos casos, o aumento de determinada substância não será mais capaz de produzir um efeito curativo maior, e sim efeitos colaterais indesejáveis. Assim, tanto em medicina quanto em homeopatia, deveríamos estar preparados para reformular em função dos resultados de um teste leis que afirmam qualquer tipo de relação entre o poder curativo e a concentração. Enfim, novamente, se quisermos ser críticos, não deveríamos aceitar princípios "invioláveis".

Uma vez que diversos princípios da homeopatia são diferentes dos da medicina tradicional, pode-se argumentar se essas duas práticas não deveriam ser consideradas incompatíveis. Nesse ponto surge uma cisão entre os homeopatas: alguns se valem apenas de medicamentos homeopáticos, enquanto outros defendem a posição de que, em certos casos, os medicamentos não-homeopáticos — ditos alopáticos — devem também ser usados.^{3 5}

O problema é que, à medida que se afasta da medicina tradicional, a homeopatia passa a ter cada vez menos chance de contar com seu apoio ou de aprender com este campo do conhecimento. Um homeopata radical (ou talvez apenas coerente) não poderia contar com nenhuma das modernas técnicas de diagnósticos — exames de sangue, exames radiológicos, etc. — ou com as novas descobertas da medicina tradicional.

Outra divergência ocorre em relação às diluições:

alguns homeopatas não admitem utilizar soluções que, devido às diluições sucessivas, não apresentam qualquer molécula do medicamento, enquanto outros sustentam que essas diluições têm efeito curativo.³⁶ Mas, neste caso, como explicar a capacidade curativa na ausência de medicamento?

Em ciência, não procuramos apenas encontrar correlações entre os fenômenos, mas também investigar os mecanismos mais profundos que os explicariam. Não se quer saber apenas que uma cirurgia pode remover um tumor e curar um paciente, mas qual a causa do tumor. Não se procura apenas fornecer um antitêrmico para baixar a febre. Mas sim conhecer a causa da febre. Enfim, a medicina atual não é uma medicina sintomática; ela vai além dos fenômenos observáveis, sugerindo explicações ao nível celular ou mesmo molecular para as funções e as doenças dos seres vivos.

Alguns homeopatas procuram explicar a ação de seus medicamentos através de "forças vitais" ou de uma "energia vital", que foram usadas pelo próprio Hahnemann.³⁷ Outros homeopatas, porém, admitem que estas explicações são vagas e imprecisas.³⁸ Alguns levantam a possibilidade de que o medicamento altera as propriedades eletromagnéticas do solvente, argumentando ainda que a mecânica quântica demonstra que as moléculas que entram em contato umas com as outras mantêm uma "memória" desse contato.³⁹

Na verdade, as interpretações acerca do que se passa ao nível quântico são ainda muito controvertidas e

há mais de uma interpretação possível para a mecânica quântica. Além disso, não se pode concluir que determinado fenômeno microfísico provocará, necessariamente, uma alteração ao nível macrofísico: isto nem sempre acontece. O fato da diluição de uma substância alterar alguma propriedade do solvente não quer dizer que esta alteração provoque justamente o efeito desejado pela homeopatia: pode ser que não haja qualquer relação entre esta alteração e o efeito desejado, ou talvez eles possam ser completamente opostos! Talvez o efeito não seja suficientemente forte para vencer as alterações surgidas no corpo do organismo doente.

Afinal, é difícil compreender como o uso do remédio Natrum muriaticum, que é uma solução muito diluída de sal marinho, poderia surtir efeito, se levarmos em conta que a quantidade de sal ingerida por uma pessoa diariamente não é constante. Assim, a ingestão de "sal homeopático" seria insignificante diante das variações diárias de ingestão de sal pela pessoa. Seria como acrescentar, diariamente, uma quantidade de, digamos, um micrograma de sal na dieta de uma pessoa cuja ingestão diária varia de várias gramas de um dia para outro. Contra o argumento de que o que foi ingerido não era sal, mas sim um líquido energizado que, por isso, é muito mais forte do que o sal ingerido na dieta, poderíamos responder que a água que ingerimos também esteve em contato com sal e, por isso, estaria também energizada. Talvez a explicação esteja na agi

tação vertical mas, nesse caso, não há qualquer justificativa física de que justamente agitações verticais, em vez da agitação constante da água comum, produziriam a energização. O mais razoável, portanto, é admitir, como muitos homeopatas, que ainda não temos uma explicação aceitável e consistente da física para o mecanismo de cura pela homeopatia.⁴⁰

No capítulo anterior, vimos que, para descobrir se um medicamento apresenta realmente um efeito curativo, temos de nos valer de experimentos controlados, uma vez que as observações não controladas, como as observações do senso comum, conduzem facilmente a equívocos e conclusões errôneas. A cura pode ter ocorrido espontaneamente, como de fato acontece com muitas doenças. Talvez tenha havido um efeito placebo. Ou então a cura pode ter sido provocada por alguns dos inúmeros fatores não controlados, como modificações na dieta, mudanças climáticas, etc. Por este motivo, o que diversos médicos e pesquisadores pedem é que os remédios homeopáticos sejam submetidos a testes controlados tão severos como os testes dos remédios alopáticos.⁴¹ Estes testes seriam necessários para descobrir não apenas se o medicamento é realmente eficaz, mas também efeitos colaterais a longo prazo, que, como vimos, são difíceis de serem descobertos sem técnicas de controle. Pelo mesmo motivo, todas as correlações estabelecidas por Hahnemann entre os diversos medicamentos usados e os sintomas produzidos teriam de ser testadas mais severamente,

de forma a eliminar relações puramente acidentais: uma pessoa pode ter ficado abatida ao ingerir certo produto homeopático simplesmente porque estava passando por alguns problemas na época, por exemplo. Neste caso, este sintoma não deveria ser levado em conta na pesquisa do efeito do medicamento.

O argumento de que a homeopatia trata o doente e não a doença, não impede o experimento controlado: basta fornecer a um médico homeopata vários vidros contendo o medicamento em questão, e outros apenas com água destilada. Os homeopatas escolheriam os pacientes que, segundo eles, deveriam receber o remédio, anotando o código do lote fornecido ao paciente. Desse modo, poderíamos descobrir se o índice de curas foi maior com o uso dos vidros com o suposto poder curativo do que com os vidros contendo um líquido inativo.⁴²

Os homeopatas afirmam que os vários experimentos realizados com testes duplo-cego, tratamento estatístico etc. comprovam a eficácia dos medicamentos homeopáticos, realmente, alguns desses experimentos foram publicados em conceituados periódicos científicos.⁴³ Em outros experimentos, porém, os resultados foram negativos. Os homeopatas argumentaram, então, que as especificações necessárias para a avaliação correta da doença e dos medicamentos homeopáticos adequados não foram seguidas.⁴⁴

Duas perguntas cabem aqui: todos os medicamentos

homeopáticos já foram submetidos a testes controlados? Se a resposta for negativa, como parece ser o caso, não podemos supor que aqueles medicamentos ainda não rigorosamente testados sejam eficientes. Os experimentos desenvolvidos por homeopatas confirmaram a ação de todos os medicamentos de Hahnemann? Se a resposta for positiva, por que não teria ocorrido nenhuma refutação? Hahnemann, mesmo sem testes controlados, teria descoberto exatamente as correlações corretas, sem qualquer erro?

Alguns homeopatas afirmam que as descrições dos efeitos de certos medicamentos, e conseqüentemente de suas indicações, permanecem as mesmas por que estão baseadas em dados sólidos e consistentes. Por isso, embora novos medicamentos estejam sendo descobertos, a validade dos medicamentos antigos não é contestada.⁴⁵ Essa concepção, no entanto, não corresponde ao que realmente ocorre em ciências, na qual constantemente refutamos e corrigimos nossos conhecimentos e nossas práticas em função de novas descobertas.

De Hahnemann até hoje, a medicina descobriu novas explicações para inúmeras doenças — micróbios, desordens ao nível celular e molecular, carência de certas substâncias específicas presentes em determinados alimentos, etc. Essas descobertas refutaram teorias médicas amplamente aceitas na época, alterando profundamente a concepção sobre a origem de certas doenças e, conseqüentemente, o seu tratamento. Ao nível prático, descobriram-se novas subs-

tâncias químicas, como vacinas e antibióticos, capazes de combater e prevenir infecções que antes possuíam alto índice de mortalidade, como a tuberculose, a sífilis, etc. Desenvolveram-se novas técnicas capazes de diagnosticar uma doença mesmo quando ainda não há nenhum sintoma perceptível, tanto para o doente como para o médico, e capazes ainda de identificar a presença da doença mesmo quando, após a medicação, os sintomas aparentemente desapareceram. Por isso, as refutações em ciência são bem-vindas e constituem um sinal de cientificidade de um conhecimento.

Finalmente: a homeopatia é ou não uma ciência?

Mais importante do que classificar um campo do conhecimento como ciência ou não ciência, é avaliar o nível do debate crítico neste campo. Se, como querem alguns homeopatas, seus medicamentos forem submetidos a testes cada vez mais severos; se certos princípios fundamentais forem criticados e discutidos, arriscando-se a serem refutados; se a homeopatia for capaz de interagir cada vez mais com a ciência e a medicina tradicional, recebendo influências e, por sua vez, contribuindo para novas descobertas científicas; se os homeopatas se esforçarem para avaliar de forma cada vez mais precisa o efeito de seus medicamentos — como vem ocorrendo com recentes pesquisas nessa área —, buscando leis e teorias cada vez mais profundas para explicar fenômenos como a dinamização; enfim se, acima de tudo, admitirem que Hahnemann, ou quem quer que se-

ja, pode ter cometido alguns erros, então a homeopatia po
derá contribuir — e talvez já esteja contribuindo — para
o avanço de nosso conhecimento acerca da natureza e de
nós mesmos.

6.2. Análise de uma pseudociência — a astrologia

Apesar de existirem variadas concepções a respei-
to do que é realmente a astrologia, os astrólogos afirmam
que ela pode ser usada para descobrir certas característi-
cas psicológicas de uma pessoa e fazer previsões, pelo me-
nos com certa probabilidade, sobre seu comportamento e so-
bre certos acontecimentos ocorridos em sua vida. De fato,
é visando esta finalidade que a astrologia é bastante uti-
lizada em todo o mundo. Há pessoas que não tomam nenhuma
decisão importante sem antes consultar seu horóscopo, ou-
tras procuram conhecer o caráter de uma pessoa e de si
mesmos através de seu signo ou de seu mapa astrológico.

No entanto, quaisquer que sejam o método emprega-
do e a concepção que se tenha da astrologia, ao fazerem
certas previsões, os astrólogos se arriscam a ser refuta-
dos. Ao tentarem justificar certos procedimentos com base
em ciências como a física ou a astronomia, eles se arris-
cam a agir de forma incoerente. Neste caso, será possível
aplicar os critérios de cientificidade e examinar como a
astrologia se comporta diante de testes e argumentos.

Sem dúvida alguns astrólogos podem dizer que não
estão preocupados em caracterizar a astrologia como ciên-

cia ou não ciência. Mas não é esta a questão. O que se pergunta é se a astrologia realmente funciona na prática, isto é, se é possível, através de um mapa astral, descobrir traços e tendências da personalidade de uma pessoa com uma probabilidade de acerto maior do que a do simples acaso. O que está em questão é se os astrólogos estão dispostos a ouvir argumentos, rebater contradições, fornecer justificativas para seu procedimento e aprender com a experiência. Enfim, o que devemos nos perguntar é se a astrologia deve ser considerada como um campo de conhecimento estanque, impermeável à crítica e, portanto, dogmático. Enfim, o que se quer saber é se a astrologia é ou não um conhecimento crítico.

6.2.1. Analogias não são justificativas

O movimento da Terra, causado pela atração gravitacional do Sol; a influência da Lua nas marés e nos ciclos reprodutivos de alguns animais; o papel essencial da luz solar para a produção de alimento e oxigênio pelos vegetais; a floração das plantas em função da duração relativa dos dias e das noites, e o efeito dos raios cósmicos causando mutações nos genes são apenas alguns dos muitos exemplos conhecidos das influências do Sol e da Lua em nosso planeta. Sem dúvida, ainda há muito para descobrir. Sabemos muito pouco, por exemplo, da influência das manchas solares na Terra. Portanto, aparentemente, não há absurdo nenhum em supor, como afirmam os astrólogos, que os

astros influenciam nossas vidas e nos permitem fazer previsões.

As influências descritas pelos astrólogos, porém, vão muito além das descritas pela ciência. Qual a justificativa para a pretensão astrológica de haver descoberto certas influências específicas sobre nossas vidas?

A cada período de 115 anos Urano e Plutão podem ser vistos alinhados no céu. A astrologia afirma que os nascidos durante esta situação, chamada conjunção, têm uma propensão maior a se tornarem líderes mundiais, com poderes enormes tanto para o bem como para o mal.⁴⁶ Mas por que a conjunção afetaria deste modo as pessoas? Por que ela não teria efeitos opostos ou, enfim, de qualquer outro tipo? Por que ângulos de 90 ou 180 graus entre os planetas dificultam a vida emocional, enquanto ângulos de 60 ou 120 graus são benéficos?⁴⁷ Por que não estabelecer qualquer outra relação? Por que a cabeça é a parte do corpo associada a Áries? Por que não os braços, as pernas, o coração ou qualquer outro órgão?

Desde épocas antigas, constatou-se que o Sol em sua trajetória movia-se sempre por certas estrelas fixas. Essas estrelas foram reunidas em grupos, chamados constelações, das quais 12 foram escolhidas para dar nomes aos signos. A trajetória anual do Sol ao longo dessas constelações foi dividida em doze partes iguais, de 30° cada uma, que formam as chamadas casas do zodíaco. O horóscopo

é uma espécie de "mapa" que indica a posição dos astros (estrelas, Sol, Lua e planetas) em relação às casas, da forma como são vistos em determinado momento a partir de um certo local da Terra.

A carta natal, ou mapa astrológico, é um horóscopo que indica a posição dos vários astros no local e hora do nascimento de uma pessoa. Uma das teses importantes da astrologia é que, interpretando-se convenientemente os dados da carta natal de um indivíduo, podemos descobrir traços de sua personalidade, propensão a certas doenças, tendências para certos acontecimentos ocorrerem em certas épocas, etc. Os próprios astrólogos enfatizam que é muito importante para o sucesso das previsões conhecer com precisão o dia, a hora e o local do nascimento, de modo que as posições dos astros possam ser registradas corretamente.

A partir dos nomes das constelações e dos planetas, e também das posições dos astros, são formuladas certas analogias que, supõe-se, representariam tendências para certos fatos acontecerem ou certas características estarem presentes em nossas vidas.

Se examinarmos as supostas influências de um planeta sobre determinado signo, por exemplo, veremos que há uma analogia entre o tipo de influência e as características atribuídas ao deus grego que dá o nome ao planeta. Marte é o deus da guerra. Assim, as pessoas do signo de Áries, governado por Marte, têm tendência a serem impetuo

sas, viris, fortes, ativas, etc.⁴⁸ De modo semelhante, o nome do signo também está relacionado às características de uma pessoa: Leão simboliza, entre outras características, coragem e autoridade, e Virgem, a pureza.⁴⁹

O uso de analogias na astrologia é muito antigo. Os caldeus deram o nome de Escorpião a uma constelação que, para eles, lembrava, aproximadamente, a forma desse animal e atribuíram a esta constelação o poder de influenciar as pessoas de forma análoga ao comportamento desse animal — ou, mais exatamente, ao comportamento atribuído, simbolicamente, a ele.⁵⁰ Assim, até hoje pode-se ler, nos manuais de astrologia que pessoas nascidas quando o Sol passa por Escorpião tendem a ser — a afirmação não é de determinista e depende também da influência dos planetas e da Lua nesta época — a serem agressivas, corajosas, tenazes, calmas, etc.⁵¹

Os astrólogos supõem também que o que ocorre no firmamento está relacionado com o que ocorre em nossas vidas: o macrocosmo estaria intimamente unido ao microcosmo. Além disso, o tipo de relação pode ser desvendado através dos significados míticos dos planetas e das constelações.⁵²

Em ciência também nos valem de analogias para inventar hipóteses e explicar os fatos: a partir da analogia com cobras mordendo a própria cauda, Kekulé supôs que a molécula de benzeno era cíclica, enquanto Rutherford ten

tou explicar as propriedades do átomo comparando-o a um sistema solar em miniatura. No entanto, o cientista admite que suas analogias podem se revelar falsas, como ocorreu com o modelo de Rutherford: o átomo não é mais encarado como um sistema solar em miniatura. Neste caso, portanto, o microcosmo não correspondeu ao macrocosmo, pelo menos de acordo com a analogia estabelecida. Do mesmo modo, Kepler achava que a razão pela qual existiam apenas seis planetas estava, de alguma forma, conectada ao fato de existirem apenas cinco sólidos regulares que, inscritos um dentro do outro, dariam as distâncias dos planetas ao Sol.⁵³ Hoje, porém, sabemos que os planetas são em número de nove! Ptolomeu e todos os astrônomos anteriores a Kepler achavam que as órbitas dos planetas deviam ser circulares — uma vez que o círculo era uma fórmula geométrica perfeita e portanto, apropriada para os astros "perfeitos" do céu. Mas as órbitas são elípticas!

Como vemos, embora um cientista tenha todo o direito de procurar analogias para formular suas hipóteses, elas nem sempre refletem o que realmente acontece. Portanto, por que deveríamos supor que as características de uma pessoa nascida em determinada data teriam uma relação com as analogias feitas a partir da constelação pela qual o Sol passava nesta data? Além disso, a partir de um mesmo símbolo podemos estabelecer uma infinidade de analogias, sendo que algumas delas poderão conduzir a previsões contraditórias entre si.

Entretanto, o astrólogo pode postular que suas analogias não são formuladas de modo arbitrário, mas que refletem algo que está presente no inconsciente de todos nós. Novamente, porém, isto não quer dizer que a partir dessas analogias seríamos capazes de prever tendências na personalidade de uma pessoa nascida em determinada data. Talvez o movimento circular e perfeito também reflita algo presente em nosso inconsciente, mas, como vimos, isto não quer dizer que o movimento dos planetas seja circular. E, se esta analogia revelou-se um equívoco quando aplicada para descobrir o movimento dos planetas, por que não poderia ocorrer o mesmo com as analogias astrológicas?

Além disso, o mesmo grupo de estrelas pode sugerir analogias diferentes em países diferentes: o grupo de sete estrelas, conhecido como "A Ursa Maior" nos Estados Unidos, é chamado na França de "A Caçarola", na Inglaterra de "O Arado", na China de "Burocrata Celestial", etc.⁵⁴

Mas, neste caso, é possível, a partir dessas analogias, construir várias astrologias com implicações diferentes a respeito das características de um mesmo indivíduo. E isto de fato existe. No horóscopo chinês as características de uma pessoa em função da data de seu nascimento, são diferentes daquelas previstas pelo horóscopo ocidental. Assim, uma pessoa teria tendências diferentes em função da astrolo

gia utilizada.

Como justificar a preferência por um ou por outro horóscopo? Se afirmarmos que ambos são válidos, mesmo quando fazem previsões opostas, deixamos de ter a capacidade de fazer qualquer tipo de previsão — deixamos de falar acerca da realidade. Mesmo quando a astrologia afirma que pessoas do signo de Gêmeos apresentam características ambivalentes, ela estará dizendo que pessoas nascidas em certa época têm maior tendência a apresentarem ambivalência do que outras. Se, no entanto, afirmarmos que pessoas que nascem nesta época poderão — segundo o horóscopo ocidental — apresentar ambivalência mas — segundo o horóscopo oriental — poderão também não apresentá-la, e que a probabilidade de ambas as coisas ocorrerem é a mesma, então estaremos diante de previsões do tipo "vai chover ou não vai chover amanhã" que, na realidade, não prevêem coisa alguma.

Como vemos, o fato de um planeta estar presente em determinada posição durante o nascimento de uma pessoa, não pode ser usado como uma justificativa para que as propriedades atribuídas ao deus que dá o nome ao planeta — ou ao símbolo do signo — tenham qualquer relação com as características de uma pessoa ou com certos acontecimentos de sua vida. Mas, se a analogia não for considerada uma justificativa apropriada para a validade das previsões astrológicas, resta procurar outro tipo de justificativa. Talvez a astronomia ou a física ou talvez um apoio

experimental, como veremos adiante, possam vir em socorro da astrologia. Ou talvez ela possa contar com algum apoio experimental.

6.2.2. Incompatibilidade com a ciência e incoerências

Toda a preocupação da astrologia com a precisão poderia nos levar a pensar que as posições dos astros em uma carta natal refletem aquilo que está ocorrendo realmente no céu, mas este não é o caso. Como veremos, embora tenha surgido a partir da astronomia, a astrologia isolou-se dessa ciência.

Os princípios da astrologia foram estabelecidos com base nas observações de Hiparco, entre 162 e 127 a.C. e por Ptolomeu, por volta de 150 a.C. Ambos eram astrônomos e astrólogos, e se valeram da observação das estrelas para seu trabalho. No entanto, devido ao movimento do eixo da Terra, conhecido como precessão dos equinócios — em que nosso planeta além de girar oscila ligeiramente como um pião —, a posição relativa das estrelas vem se alterando lentamente ao longo dos anos. Na época de Hiparco já havia um pequeno desvio de cerca de 2,5 graus, levados em consideração em seus cálculos. Os astrólogos, porém, deixaram de levar em conta estes efeitos, e hoje a diferença entre a posição real das constelações e as posições astrológicas já é de mais de 30 graus.⁵⁵ Portanto, quando um astrólogo afirma que no momento do nascimento de determinada pessoa, o Sol — ou determinado planeta — estava

atravessando determinado setor do zodíaco, isto, na reali
dade, não estava ocorrendo.

Os astrôlogo argumentam que estas mudanças astro-
nômicas não importam, porque o zodíaco astrológico é sim-
bólico e diferente do real.⁵⁶ Esta posição, contudo, faz
surgir diversas incoerências. Por um lado os horóscopos
foram construídos a partir das observações de Ptolomeu,
Hiparco e outros astrônomos antigos. Por outro lado, as ob
servações deixaram de ter importância. Mas por que elas
teriam deixado de ser importantes? Se Hiparco não ignorou
a precessão, por que deixar de continuar a levá-la em con
ta? Se não houver nenhuma justificativa para isso, esta-
remos diante de uma explicação ad hoc, elaborada com o
único objetivo de justificar o fato de os astrólogos te-
rem deixado de fazer a correção necessária.

O mesmo tipo de incoerência pode ser observado em
outros procedimentos. Algumas descobertas, como as dos
planetas Urano, Netuno e Plutão, feitas depois de Ptolomeu,
são levadas em conta, enquanto outras — como as diferen-
ças entre os hemisférios Norte e Sul, os efeitos da refra-
ção atmosférica na posição das estrelas e a descoberta de
novas luas, asteróides, estrelas e até galáxias inteiras
— são ignoradas, sem que se forneça qualquer justificati-
va para isso.⁵⁷ Assim, embora tivesse se constituído ini-
cialmente a partir de observações astronômicas, a astrolo-
gia isolou-se posteriormente da astronomia. Enquanto esta
realizava novas descobertas, corrigindo, por exemplo, a su

posta posição dos astros, a astrologia manteve invariáveis os seus princípios e até hoje usa os cálculos de Ptolomeu na elaboração de seus mapas astrais. Dessa forma, afastando-se da astronomia, ela se torna incapaz de contar com o apoio desta ciência para justificar seus princípios, revelando, além disso, certa incoerência em seus procedimentos.

Essas incoerências provocaram algumas cisões entre os astrólogos. Alguns passaram a defender a construção de um sistema que levasse em conta a verdadeira posição dos astros. Esta "astrologia sideral", como foi chamada, considera, por exemplo, que devido à precessão dos equinócios os signos estão atualmente defasados de uma casa.⁵⁸ Neste caso, uma pessoa teria mapas astrais diferentes de acordo com a linha seguida pelo astrólogo e, logicamente, um dos dois sistemas deve ser falso.

No entanto, mesmo a correção das posições dos planetas não elimina o problema de justificar as analogias. Alguns astrólogos buscam, então, apoio na física, afirmando que a gravitação, as ondas eletromagnéticas ou a luz do Sol e das estrelas poderiam ser os responsáveis pela influência dos astros em nossas vidas. Entretanto, as influências descritas pela astrologia parecem não ter qualquer relação com a força gravitacional de cada corpo. Para a astrologia há planetas mais influentes do que outros, mas esta influência não tem relação com o tamanho do corpo ou com sua distância à Terra. Em alguns casos ela po-

de ser considerada incompatível com estas forças: influências astrológicas consideradas mais fortes podem corresponder a forças gravitacionais mais fracas em alguns casos, embora em outros ocorra o oposto. A influência astrológica relativa de um planeta é assim completamente independente de seus efeitos gravitacionais.⁵⁹

Os efeitos gravitacionais de um planeta no momento do nascimento podem ser calculados pela física, e se revelam muito mais fracos que a massa do médico ou de outras pessoas presentes no parto, ou ainda de acidentes geográficos próximos à maternidade. Se os planetas agissem através de influências gravitacionais no momento do nascimento, não se poderia desprezar a diferença entre uma criança que nasce perto de uma montanha — ou com três pessoas assistindo ao seu parto — de uma criança com apenas um obstetra, ou distante de qualquer morro. Em termos gravitacionais, estes fatos têm muito mais importância do que a influência dos planetas.

Como vemos, não há nenhum motivo para supor que a influência astrológica tenha qualquer relação com forças gravitacionais e o mesmo tipo de argumento pode ser aplicado para outros tipos de influências, como as ondas eletromagnéticas, a luz visível do Sol, os raios cósmicos etc.

Finalmente, qualquer que fosse a origem desta misteriosa influência, por que ela agiria apenas no momento

do nascimento? Por que não durante toda a gestação? Aliás, como delimitar precisamente este momento? Quando a cabeça da criança começa a aparecer, ou quando ela termina de sair? A posição dos astros muda durante este intervalo. Alguns astrólogos escolhem o momento do choro. Qual a justificativa para isso? Enfim, a astrologia, sideral ou não, não pode contar com o apoio da física atual.

Entretanto, seria muita pretensão achar que já conhecemos todas as forças e todas as leis que regem o universo. Mesmo o pouco que sabemos tem caráter hipotético. Apesar das incoerências e incompatibilidades com a ciência atual, o astrólogo poderia ter descoberto um sistema que realmente funcione. Poderia realmente existir um padrão de forças cósmicas que nos predisponha a ter certas características. Como diz Lyall Watson, pode ser que o astrólogo tenha descoberto que a posição simbólica de um planeta forneça uma chave para interpretar e prever a ação de certas forças cósmicas, que não precisam ser causadas diretamente pelo planeta.⁶⁰

Os astrólogos podem afirmar, então, que a posição dos planetas no zodíaco funciona como uma espécie de "relógio cósmico". Assim, como o homem comum usa o relógio sem saber exatamente como funciona ou como ele está construído, o astrólogo usaria as posições dos astros para obter informações sobre o indivíduo. Assim, apesar de todas as incoerências e da falta de apoio da física e da astronomia, os astrólogos ainda poderiam afirmar que a astrolo

gia funciona na prática, como atestam as pessoas que se valem dela. Esta alegação também é falsa, como veremos a seguir.

6.2.3. A astrologia funciona na prática?

Muitos de nós já leram um horóscopo e observaram que muitas das características psicológicas ali descritas parecem realmente corresponder à nossa personalidade ou pelo menos aquilo que pensamos a respeito de nós mesmos. Alega-se que isto prova que a astrologia realmente funciona na prática. Entretanto, este argumento não é válido.

Em primeiro lugar, se as características forem bem vagas e gerais, elas serão compartilhadas por muitas pessoas. Sendo assim, é bem provável que qualquer um de nós se identifique com muitas destas características. Muitas destas afirmações são realmente encontradas em horóscopos e mapas astrais e seu caráter vago e geral lhes confere uma validade quase universal.⁶¹

Em um famoso experimento, o psicólogo Bertram Foner aplicou a um grupo de estudantes um teste para a avaliação da personalidade. A seguir, apresentou a cada estudante o resultado de seu teste, pedindo-lhe que julgasse se o teste realmente tinha captado traços importantes de sua personalidade. A maioria disse que a avaliação tinha sido bastante adequada. Entretanto, sem que os estudantes soubessem, havia sido entregue uma mesma avaliação a to-

dos eles, contendo afirmações como

"Algumas de suas aspirações tendem a ser irrealistas. Em alguns momentos você é extrovertido, afável, sociável, em outros você é introvertido, cauteloso, reservado. (...) Você prefere um pouco de mudança e diversidade e se sente mal com restrições ou limitações. Embora aparentemente você seja disciplinado e seguro, na realidade você é inquieto e pouco seguro. Algumas vezes você tem sérias dúvidas sobre se tomou a decisão correta".⁶²

Como vemos, são afirmações tão gerais que podem ser consideradas verdadeiras por quase todas as pessoas. Forer retirou-as de um livro popular de astrologia.

Outro teste curioso foi realizado por Gauquelin, que enviou a cerca de 50 pessoas, interessadas em receber gratuitamente seu horóscopo, o horóscopo de um célebre criminoso francês que durante a Segunda Guerra Mundial as saltou e assassinou dezenas de pessoas.⁶³ Nem o astrólogo que tinha feito o horóscopo nem as pessoas que o receberam sabiam de quem se tratava. O resultado foi que a maioria reconheceu que o horóscopo conseguia captar bem seus problemas pessoais. Como diz Gauquelin,

"Este resultado deveria nos fazer sentir um frio na espinha, se não tivéssemos aprendido com os psicólogos que cada um tende a fazer de um horóscopo um espelho de si mesmo".⁶⁴

O mesmo tipo de análise vale para profecias de caráter geral sobre acontecimentos futuros. Afirmações do tipo "você receberá boas notícias" ou "você fará uma viagem" — sem precisar, contudo, datas exatas, o tipo de

viagem etc. — têm muita chance de ocorrer. Além disso, se a pessoa estiver predisposta a acreditar nas previsões ou avaliações de personalidade, ela irá considerar qualquer acontecimento, mesmo remotamente semelhante ao previsto, como prova positiva. Um simples telefonema de algum amigo poderá ser identificado como a boa notícia prevista e um passeio no fim de semana poderá ser considerado uma viagem. A situação oposta também ocorre: as características que não consideramos adequadas, ou as previsões que não se realizam, são rapidamente esquecidas ou ignoradas. Pressentimentos e palpites que se concretizam são facilmente lembrados e valorizados, mas quando não se confirmam são rapidamente esquecidos. Nossa memória e nossas avaliações são bastante seletivas.

Há ainda o que os psicólogos chamam de profecias auto-realizáveis: quando uma pessoa espera ou deseja que uma previsão se cumpra, ela tentará criar, inconscientemente, as condições para que ela ocorra. Assim, se um astrólogo diz a alguém que ele conhecerá uma pessoa que será muito importante em sua vida, provavelmente ela passará a dar maior atenção às pessoas com quem se encontra, aceitando, por exemplo, mais facilmente certos convites. Desse modo, sua atitude contribuirá para a realização da profecia.⁶⁵

Como vemos, o fato de que muitas pessoas reconhecem que um horóscopo apontou certas características que elas julgam possuir, ou foi capaz de prever certos aconte

cimentos não pode ser invocado em defesa da astrologia: estes fatos podem ser explicados de outras maneiras. Somente se realizarmos um teste controlado poderemos realmente testar a validade de um horóscopo, como veremos adiante.

6.2.4. Os testes estatísticos

Talvez os astrólogos possam dizer que todo o conhecimento astrológico evoluiu através das observações de que certas características estão presentes em certos indivíduos e que, curiosamente, todas são coerentes com as analogias feitas a partir dos símbolos dos signos e planetas. Mas, independentemente da improbabilidade desta coincidência, algumas ocorrências — como a conjunção de planetas — sucedem tão raramente que a aprendizagem prática da por ensaio e erro torna-se bastante difícil. Apesar disso, todos esses efeitos encontram-se registrados nos manuais de astrologia.

Na realidade, só mais recentemente é que surgiu a preocupação de testar a astrologia de forma experimental. Como estamos às voltas com previsões não determinísticas, que afirmam apenas que existem tendências para que certos acontecimentos ocorram ou que certas características estejam presentes em certos indivíduos, temos de nos valer de testes estatísticos para saber se essas tendências realmente existem.

Segundo a astrologia, há uma tendência para pes-

soas nascidas em Áries serem corajosas, ativas, aventureiras etc. Ao mesmo tempo, os astrólogos afirmam que, dependendo da configuração astral particular de cada indivíduo no momento do nascimento, algumas destas características poderão ser modificadas. Para um teste estatístico, porém, este fato não é relevante. Se utilizarmos um grande número de indivíduos do signo de Áries, suas características gerais previstas pela astrologia devem ser ligeiramente mais freqüentes neste signo do que em um grande número de pessoas de outros signos. Afinal de contas, apesar das variações encontradas na carta natal destes indivíduos, eles terão alguma coisa em comum — a posição do Sol na constelação de Áries no momento do nascimento —, que não é encontrada, ou é encontrada com menor freqüência, nos outros signos. Não se espera, é claro, que todos os indivíduos de Áries sejam do "tipo padrão". Justamente devido às supostas variações na configuração particular de cada indivíduo espera-se apenas que as características gerais de Áries apareçam com maior freqüência nos indivíduos deste signo, e que essa diferença de freqüência seja estatisticamente significativa.

O cientista francês Michel Gauquelin especializou-se em testes deste tipo. A partir de um arquivo com 50 mil traços de personalidade extraídos da biografia de pessoas célebres, e do registro das posições zodiacais correspondentes à época de seus nascimentos, ele pesquisou, com auxílio de computadores, correlações entre os traços

de cada signo e as pessoas nascidas sob estes signos. Pes quisou também correlações levando em conta a influência do ascendente, da lua e dos planetas.

Os resultados foram completamente desfavoráveis à astrologia. Pessoas com os traços atribuídos a Áries, por exemplo, estão distribuídas com a mesma frequência em todos os signos, e o mesmo resultado foi obtido para as demais características dos outros signos. Em certos casos verificaram-se alguns desvios que, no entanto, não ocorriam de acordo com as previsões da astrologia e, muitas vezes, eram mesmo contraditórios em relação ao previsto. Em resumo, os dados indicavam que os traços se distribuíam ao acaso e, portanto, o signo não devia ser considerado uma influência relevante na determinação das características de um indivíduo.⁶⁶

O mesmo tipo de teste foi realizado com a astrologia sideral que corrige os signos de acordo com a precessão dos equinócios, e os resultados foram semelhantes: nenhuma correlação significativa foi encontrada.⁶⁷

Gauquelin e outros pesquisadores encontraram também diversos erros em pesquisas estatísticas anteriores, realizadas por astrólogos que, supostamente, confirmavam as previsões astrológicas.⁶⁸ Mais recentemente, um estudo feito por astrólogos sobre suicídios, em que foram levados em conta a data e a hora do nascimento do suicida, também foi incapaz de revelar qualquer influência astrológi-

ca sobre este acontecimento.⁶⁹ Enfim, não dispomos, até o momento, de nenhum teste confiável que possa ser considerado favorável à astrologia.

No entanto, Gauquelin observou algumas correlações inesperadas: atletas campeões nasciam com mais frequência sob determinadas posições de Marte, o mesmo ocorrendo em relação a atores e Júpiter, médicos e Saturno e escritores e a Lua. Curiosamente, parecia haver uma relação entre o simbolismo atribuído ao planeta e as características observadas, como no caso óbvio de Marte.⁷⁰ Teria a astrologia finalmente conseguido um resultado favorável?

Essas características causaram polêmica. Enquanto alguns cientistas confirmam que a técnica utilizada foi correta e os resultados confiáveis, outros as receberam com descrédito. Alguns comitês formados por estatísticos concluíram que as correlações não eram significativas, alegando, entre outras coisas, que o número de atletas — no caso do "efeito-Marte" — era muito pequeno, ou que a seleção feita por Gauquelin havia sido tendenciosa, excluindo-se da pesquisa os atletas que nasceram sob outros planetas.⁷¹

Mas, suponhamos que os resultados de Gauquelin sejam corretos. Mesmo assim, eles contrariam a astrologia em vários pontos. As posições mais favoráveis, onde ocorria maior frequência de nascimento de atletas, não correspondiam às posições onde o planeta exerceria maior "influên-

cia", segundo a astrologia. Pelo contrário, em alguns casos as chamadas posições mais "influentes" eram justamente as com correlações mais fracas, e vice-versa.

Ainda contrariando as previsões astrológicas, não foi possível descobrir qualquer correlação entre as propriedades atribuídas a Urano, Netuno, Plutão e Mercúrio e as características das pessoas nascidas sob estes planetas. O mesmo ocorreu em relação ao próprio Sol, justamente um dos astros mais "influentes", segundo a astrologia.⁷²

Na realidade, em suas pesquisas, Gauquelin procura, através de técnicas estatísticas, testar a hipótese de que há certas influências planetárias sobre nossas vidas. Mesmo que seus resultados sejam questionáveis, agindo assim ele estará procurando ser crítico, em vez de dar como certo, sem questionar, um imenso número de influências astrais, como fazem os astrólogos.

Para os astrólogos, os resultados negativos devem-se ao fato da astrologia ter sido avaliada segundo o conceito que o cientista tem dela. Para eles, esses testes não avaliam a astrologia na forma com que esta é praticada por astrólogos respeitáveis. Por outro lado, os cientistas afirmam que os testes com resultados positivos deixam de preencher os requisitos necessários a um teste científico.

Para evitar essas críticas, o físico Shawn Carlson, com auxílio de cientistas, estatísticos e astrólogos, or-

ganizou um experimento que pudesse atender aos requisitos de cientistas e astrólogos, como veremos a seguir.

6.2.5. Uma experiência controlada para testar a astrologia

Em 5 de dezembro de 1985, a revista científica norte-americana, Nature publicou um artigo do físico Shawn Carlson, da Universidade da Califórnia, descrevendo uma experiência controlada para testar se a astrologia consegue determinar traços gerais e tendências da personalidade de uma pessoa com auxílio do chamado mapa astral.⁷³ Os astrólogos que participaram da experiência foram indicados pela National Council for Geocosmic Research (Conselho Nacional de Pesquisa Geocômica), organismo de reconhecida competência por astrólogos de todo o mundo.

Na primeira parte do experimento, cada estudante que participava como voluntário no teste recebeu um envelope contendo seu perfil psicológico, elaborado por um astrólogo a partir de seu mapa astral, juntamente com mais dois perfis de outras pessoas, escolhidas ao acaso. Cada perfil era identificado apenas por um número código desconhecido pelo estudante, que tinha então de escolher qual o perfil que lhe parecesse corresponder melhor à sua personalidade.

Duas hipóteses estavam sendo testadas. A primeira, a chamada hipótese científica, segundo a qual os estudantes não conseguiriam identificar com sucesso seu per-

fil psicológico e, conseqüentemente, haveria uma escolha aleatória, isto é, a percentagem de acerto seria meramente casual, em torno de $1/3$ (0,33), uma vez que havia uma opção correta em três opções possíveis. Este índice de acertos seria, assim, idêntico ao obtido se os estudantes simplesmente sortegassem, sem ler, qualquer um dos perfis. No entanto, conhecendo todos os detalhes da experiência e tendo participado de sua elaboração, os astrólogos previram que — como o mapa astral fornece, com boa aproximação, o perfil psicológico correto de uma pessoa — os estudantes acertariam pelo menos em cerca de 50% (0,5) das vezes. Esta seria então a segunda hipótese, a astrológica.

O teste foi feito com o procedimento do tipo "duplo-cego": para evitar pistas e influências psicológicas, os estudantes e seus perfis foram identificados por um número, e nem os astrólogos nem os experimentadores sabiam que código correspondia a cada estudante. A lista dos côdigos e nomes ficou de posse de um cientista, alheio ao teste, e seria aberta apenas no momento de avaliar os resultados da experiência.

Os voluntários foram recrutados por anúncios, mas tanto aqueles que ao responder ao questionário se declararam céticos em relação à astrologia, como os que já tinham feito seu mapa astral, foram excluídos da experiência, evitando, assim, que estes fatores influíssem positiva ou negativamente nos resultados. Mas havia ainda outro problema: muitas pessoas estão familiarizadas — através da lei

tura de jornais e revistas — com as características gerais de seu signo, e este conhecimento poderia ajudá-las a identificar o perfil relativo à sua carta natal. Para evitar isto, os 177 estudantes foram divididos em dois grupos. O grupo de teste recebia o perfil psicológico correspondente a seu mapa astral misturado a outros dois. Para cada indivíduo deste grupo foi escolhido outro estudante do mesmo signo, que recebia cópias idênticas dos três perfis recebidos pelo primeiro. Formou-se assim um grupo de controle. Neste grupo ninguém recebeu a interpretação correspondente a seu mapa astral verdadeiro.

Os astrólogos exigiram que houvesse uma diferença de pelo menos três anos de idade entre esses dois estudantes, para que pudesse haver igualmente uma razoável diferença entre suas cartas natais. Assim, um estudante do signo de Touro, por exemplo, receberia seu perfil correto misturado com o de outras duas pessoas. Outro estudante, também de Touro, e pelo menos três anos mais velho ou mais moço, receberia cópias idênticas dos perfis recebidos pelo primeiro.

Qual a função do grupo de controle? Suponhamos que os dois estudantes do signo de Touro já conhecessem algumas características de seu signo. O índice de acerto de ambos seria então um pouco maior que o da escolha ao acaso. Porém, como somente o indivíduo do grupo de teste dispunha do perfil correspondente a seu verdadeiro mapa astral, o índice de acerto neste grupo deveria ser maior

do que o do grupo de controle (se a hipótese astrológica for correta). A comparação dos índices dos dois grupos permitiria, portanto, compensar o efeito provocado pelo conhecimento prévio das características do seu signo.

Para que a avaliação estatística dos resultados fosse mais precisa, pediu-se ainda aos voluntários que escolhessem outro perfil, em segunda opção, e que atribuíssem notas de 1 a 10 a cada perfil, segundo a maior ou menor correspondência com sua personalidade.

Na segunda parte da experiência, cada astrólogo recebeu um envelope contendo o mapa astral de um indivíduo e três perfis psicológicos, feitos através de um teste, de amplo uso entre psicólogos desde 1958, conhecido como "California Personality Inventory" (CPI). Um destes perfis era o do indivíduo a quem pertencia o mapa astral. Os outros dois perfis foram escolhidos, ao acaso, de outras pessoas. Todos os perfis eram identificados por um número-código, desconhecido pelos astrólogos. Estes deveriam então escolher o perfil psicológico que, segundo seus conhecimentos de astrologia, melhor correspondesse ao mapa astral recebido. Pediu-se também uma segunda escolha e notas de 1 a 10, de acordo com o grau de correspondência. Como, segundo a astrologia, um mapa astral corresponde aproximadamente às características psicológicas de uma pessoa, os astrólogos previram que fariam a escolha acertada, isto é, escolheriam justamente o perfil do indivíduo correspondente ao mapa astral com uma frequência de acertos de pe-

lo menos 50% (0,5), isto é, maior que a escolha casual de $1/3$ (0,33).

Os 28 astrólogos que participavam da experiência estavam familiarizados com o CPI e consideraram que os traços avaliados por este teste — sociabilidade, responsabilidade, tolerância, autocontrole, flexibilidade, eficiência intelectual etc. — eram bem semelhantes aos avaliados pela astrologia.

Apesar de terem se comprometido a participar do teste, significativamente, vários astrólogos desistiram durante o experimento. Essa redução inesperada no número de participantes prejudicou um pouco a discriminação estatística, mas Shawn e sua equipe não acreditam que ela tenha perturbado de forma significativa a análise dos resultados.

Finalmente, havia ainda um problema com o primeiro teste: sua dependência da capacidade de uma pessoa conhecer razoavelmente bem suas próprias características psicológicas. Ora, é perfeitamente possível que as pessoas tenham uma imagem de si mesmas bem distante da real. Se isto ocorrer, os astrólogos podem alegar que sua interpretação era correta, apenas os estudantes foram incapazes de reconhecê-la.

Carlson resolveu testar essa hipótese com auxílio do CPI, aceito pelos psicólogos em geral como um indicador razoavelmente preciso da personalidade. Cada estudan-

te recebeu seu próprio CPI misturado a outros dois escolhidos ao acaso. Pediu-se então que os estudantes escolhessem o CPI que, segundo suas impressões, descrevesse melhor sua personalidade. Neste caso foi também formado um grupo de controle nos mesmos moldes que o da primeira experiência.

Os estudantes pertencentes ao grupo-teste da primeira experiência escolheram o mapa-astral correto na frequência de 0,337, quase exatamente a frequência aleatória de $1/3$, em vez de 0,5, a frequência mínima prevista pelos astrólogos. A escolha em segunda opção também estava consistente com a hipótese científica da escolha aleatória.

Além disso, se a hipótese astrológica fosse correta, o índice de acertos deveria ser maior no grupo teste do que no grupo de controle, no qual havia apenas uma débil correspondência (devido à correspondência dos signos) entre o mapa astral e as características do indivíduo. Entretanto, ocorreu justamente o oposto: os indivíduos do grupo de controle escolheram o mapa astral correspondente ao estudante do grupo teste com uma frequência de 0,447. É claro que, como este mapa astral não correspondia verdadeiramente à data de nascimento destes indivíduos, este índice, embora próximo de 0,5, não pode ser interpretado como um índice de escolha correta da carta astrológica. Cabe então aos astrólogos tentar explicar porque a hipótese astrológica fracassou.

Um outro resultado pode ajudá-los nesta tarefa. Na experiência com o CPI, os estudantes foram incapazes de escolher seu verdadeiro perfil psicológico em proporção maior que o acaso. Talvez isso tenha ocorrido porque este teste não é adequado; ou porque as pessoas tenham tendência a não assinalar características consideradas negativas; ou ainda porque elas são incapazes de reconhecer descrições corretas de sua personalidade. Neste caso os astrólogos podem alegar que as pessoas também não têm capacidade para reconhecer suas verdadeiras características presentes no mapa astral. Logo, a validade do mapa não teria sido refutada. Mas então — e esta conclusão é importante — eles terão de admitir que não podem defender a validade da astrologia, apelando para os depoimentos de pessoas que afirmam que o mapa astral realmente revelou certas características de sua personalidade, como fazem comumente.

Como já foi mencionado, na segunda parte da experiência os astrólogos teriam de escolher o CPI que mais se aproximasse da personalidade indicada pelo mapa astral. Eles tinham previsto que fariam a escolha correta em pelo menos 50% das vezes. Seu índice de acertos nesta segunda etapa ficou muito aquém de suas previsões: foi apenas de 0,34, conforme previsto pela hipótese científica. Este índice é consistente com acertos puramente aleatórios. Isto quer dizer que, se os astrólogos tivessem simplesmente sorteado um CPI, em vez de estudá-lo e compa

rã-lo com a carta natal, teriam tido a mesma proporção de acertos. O índice da segunda opção foi também consistente com a hipótese científica.

Shawn concluiu que, apesar de ter trabalhado com alguns dos melhores astrólogos do país e de terem sido observadas todas as suas recomendações, as previsões de acerto no teste feitas por estes astrólogos não se confirmaram. Para ele, a experiência demonstra que a hipótese astrológica é falsa: não há conexão entre a posição dos astros no momento do nascimento e a personalidade de um indivíduo.

Entretanto, algumas restrições devem ser feitas a esta conclusão. Segundo Carlson, o CPI fornece uma medida objetiva e respeitável da personalidade de um indivíduo, ou pelo menos de alguns traços dela. Se isto fosse verdade, realmente os astrólogos deveriam ter identificado o CPI correto. Mas, pode-se contestar a validade do CPI. Como saber se este teste é um bom indicador de personalidade? E se ele fornecer um perfil falso? Neste caso, a experiência por si só não refutará a astrologia.

Enfrentamos aqui o problema de identificar o culpado quando uma hipótese — neste caso a hipótese astrológica — é contrariada pela experiência. Como vimos no capítulo anterior (em 5.3.3), o procedimento será o de utilizar testes independentes, aplicando o CPI a indivíduos que foram avaliados por outros testes, por exemplo. Pode-

mos utilizá-lo para avaliar um indivíduo de comportamento francamente anti-social, verificando então se a avaliação do CPI coincide com o que esperávamos. Como o CPI vem sendo usado extensivamente desde 1958, tendo passado com sucesso por vários testes — o mesmo não ocorrendo com a astrologia —, temos motivos para questionar a validade desta e não do CPI.

Se aceitarmos a validade do CPI; se concordarmos que a experiência foi bem conduzida (e os cuidados tomados indicam que sim); que os astrólogos eram, realmente, competentes (e de fato estão entre os melhores, segundo a comunidade de astrólogos); e, se considerarmos também que as técnicas utilizadas são confiáveis, então os resultados da experiência de Carlson depõem fortemente contra a astrologia e permitem concluir que há, no mínimo, uma incompatibilidade entre as avaliações da personalidade pelo CPI e pela astrologia. Um astrólogo que aceita o CPI não pode aceitar também que um mapa astral forneça uma avaliação correta da personalidade. Além disso, se o CPI for considerado um bom teste psicológico de personalidade, então há uma incompatibilidade não somente entre a astrologia e o CPI, mas também entre a astrologia e a psicologia.

6.2.6. Conclusão

Como vemos, para que uma experiência possa ser usada na avaliação de uma hipótese, devemos procurar controlar ao máximo as influências externas àquilo que queremos

testar. Em outras palavras, devemos procurar realizar experiências controladas. A falta de controle aumenta consideravelmente a possibilidade de conclusões equivocadas. A tentativa constante de aperfeiçoar o experimento é um dos ideais da ciência, que, geralmente, está ausente da astrologia e de outras pseudociências, impedindo que elas contem com apoio experimental para suas previsões.

A análise dos resultados da experiência de Carlson mostra também como é difícil decidirmos se uma experiência realmente refutou uma hipótese (comprová-la é logicamente impossível, como Popper não se cansa de demonstrar). Sempre que há um choque entre ambas, o cientista procurará explicar o que aconteceu, isto é, procurará descobrir o "culpado": a hipótese pode ser falsa, mas a experiência pode também conter alguma falha; ou então a interpretação dos resultados não é correta.

A conclusão se torna mais difícil ainda porque todo teste traz "embutidas" dentro de si muitas teorias, aceitas implicitamente. Mesmo assim, o teste servirá para confrontarmos duas ou mais teorias. Apesar das possíveis falhas e de nunca ser conclusivo, os cientistas procuram o teste e esperam aprender com ele, do mesmo modo que aprendemos no dia-a-dia com nossos erros. Além disso, procuram também criticar os resultados de um experimento, submetendo-os a novos testes.

A partir dos resultados de Carlson, pode-se ini-

ciar um novo ciclo de investigações, testando não somente a astrologia, mas também o CPI, as teorias psicológicas, os procedimentos usados por Carlson, etc. Por isso, após os resultados de qualquer experimento, é usual aparecer uma série de artigos em revistas especializadas, criticando o experimento, propondo reformular algumas hipóteses, sugerindo melhorar a técnica utilizada, procurando eliminar a contradição entre a hipótese refutada e o resultado do teste, etc. Esse procedimento não é comum nas pseudociências. São poucos os astrólogos que se preocupam em testar a astrologia e, quando isso ocorre, geralmente o teste utilizado faz pouco uso de técnicas de controle. Do mesmo modo, a atitude da comunidade de astrólogos e de outros pseudocientistas é, em geral, bem pouco crítica: ignoram-se resultados negativos, desprezam-se incoerências e não há preocupação com incompatibilidades em relação às teorias científicas.

O caráter dogmático e pouco crítico da astrologia pode ser evidenciado pela persistência dos mesmos princípios básicos ao longo dos tempos. Como diz Gauquelin,

..."se a astrologia fosse uma ciência digna deste nome, ela teria evoluído ao longo dos séculos, como a física desde Aristóteles, a medicina desde Hipócrates, a astronomia desde Ptolomeu. Mas ela não o fez".⁷⁴

Talvez, algum dia, ao abrir um jornal ou alguma publicação astrológica, possamos ler algo como: "astrólogos declaram que se enganaram ao pensar que o planeta Vê-

nus favorece determinadas características quando em certa posição". Porém, enquanto fatos desse tipo não ocorrerem, não temos motivos para supor que a astrologia constitua um saber crítico.

Um astrólogo poderia argumentar que não há sentido em se testar a astrologia simplesmente porque ela não é racional, porque está na mesma categoria dos mitos, refletindo certas idéias, imagens, desejos, etc., presentes em nosso inconsciente. Mas, neste caso, ela terá de ser estudada — pela psicologia, pela antropologia ou pela psicanálise — ou praticada como um mito e, neste sentido, poderia oferecer alguma colaboração para a compreensão do nosso inconsciente. Mas, do momento em que é usada — como efetivamente é — para fazer previsões, na forma de tendências, sobre fatos do mundo real, sobre a posição de certos astros no firmamento e suas possíveis influências em nossas vidas, sobre nossas características psicológicas, tendências para doenças, enfim, sobre os fenômenos estudados pela ciência, a astrologia se arrisca a um confronto com outras formas de conhecimento e se expõe à crítica.

Nesse caso, se os astrólogos ignoram as críticas, seu comportamento torna-se semelhante ao comportamento neurótico — empenhados que estão em repetir, sem alterar nada, cálculos baseados em antigas concepções do sistema solar. Tornam-se irracionais e arbitrários quando fazem certas mudanças sem se preocupar em fornecer justificati-

vas. Parecem sofrer de megalomania quando mantêm um soberano desprezo pelas novas descobertas da física e da astronomia. Finalmente, perdem completamente o contato com a realidade quando ignoram a observação e a experiência e não se preocupam com inconsistências e incoerências em seu sistema. Neste caso, a astrologia torna-se, literalmente, uma "coisa de louco".

6.3. Resumo

Para Popper, a refutabilidade é o critério que permite distinguir a ciência factual tanto das ciências formais quanto das teorias filosóficas e das pseudociências. No entanto, teorias não científicas podem ser importantes para o progresso do conhecimento, dando origem, inclusive, a teorias científicas. O importante é que, se um campo do conhecimento pretende ser crítico, suas idéias devem poder ser submetidas à discussão crítica e a argumentos lógicos.

A partir da idéia de crítica e refutabilidade, podemos concluir que para ser considerado científico, um conhecimento deve possuir um caráter conjectural, evitar o uso de hipóteses ad hoc, procurar leis cada vez mais gerais, profundas e precisas, testar hipóteses e teorias refutáveis através de testes severos — como as experiências controladas —, evitar contradições, utilizar a lógica e a matemática, procurar ser coerente com outras áreas do conhecimento científico e criticar os princípios, métodos

e resultados obtidos.

O conhecimento comum possui um nível crítico inferior ao do conhecimento científico e, devido à ausência de experiências controladas e de leis gerais, precisas e profundas, sua eficácia está restrita a certos limites — estabelecidos pelo conhecimento científico. Além disso, ele é incapaz de eliminar crenças e práticas que podem ser prejudiciais a longo prazo.

Se a homeopatia pretende ser uma ciência, ela deve procurar submeter todos os seus medicamentos a testes cada vez mais severos; deve tornar mais precisos princípios vagos, admitindo ainda a hipótese de revê-los se estes se chocarem contra alguns resultados experimentais. Finalmente, não deve isolar-se do restante do conhecimento científico.

Ao fazer certas previsões, os astrólogos arriscam-se a ser refutados. Como as analogias não podem, em um conhecimento crítico, ser consideradas como justificativas para a validade da astrologia, estas terão de ser conseguidas através de um apoio das ciências, como a física e a astronomia, ou então através da experiência. A astrologia, no entanto, não só não conta como o apoio dessas ciências — sendo mesmo incompatível com elas —, como não conseguiu nenhum apoio de testes experimentais, além de apresentar incoerências em seus fundamentos e na sua prática.

Testes estatísticos revelaram que certos traços de personalidade se distribuem ao acaso por todos os signos, contrariando a afirmação da astrologia de que esses traços teriam alguma relação com o signo de uma pessoa. Algumas correlações supostamente encontradas entre a posição de certos planetas e determinadas características de pessoas nascidas sob estes planetas, não correspondem ao tipo de influência descrito pela astrologia.

Recentemente, realizou-se um experimento controlado com a participação de astrólogos e cientistas, no qual os primeiros afirmaram que as pessoas iriam escolher corretamente seu mapa astral entre três outros, com uma margem de acerto de 50%, maior, portanto, que o acerto aleatório de 33,34%. Os astrólogos afirmaram também ser capazes de identificar, em meio a dois outros perfis psicológicos, o perfil correspondente a determinado mapa astral com uma margem de acerto de 50%. Em ambos os casos o índice de acerto ficou dentro das margens previstas para o acaso.

A experiência também demonstrou que as pessoas não são capazes de identificar avaliações de sua personalidade feitas por testes psicológicos e, portanto, os astrólogos não podem defender a validade da astrologia apelando para o depoimento de indivíduos que afirmam que o mapa astral realmente revelou certas características pessoais. Além disso, se admitirmos que o tipo de teste psicológico utilizado é confiável, os resultados do experi-

mento depõem fortemente contra a astrologia ou, no mínimo, permitem concluir que há uma incompatibilidade entre ela e o teste empregado. A análise da astrologia indica que ela não pode ser considerada como um conhecimento científico e — o que é mais importante ainda — revela-se incapaz de aprender com a experiência, com argumentos ou com o conhecimento científico, tendo, portanto, um caráter estático, dogmático e autoritário.

6.4. Leituras suplementares

A discussão do problema da demarcação por Popper está em: A lógica da pesquisa científica. 2.ed. São Paulo, Cultrix, 1974, pp. 34-43; Autobiografia intelectual. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1977, pp. 37-45; Conjecturas e refutações. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1972, pp. 63-71; Realism and the aim of science. London, Hutchinson, 1982, pp. 159-93; "Replies to my critics". In: SCHILPP, Paul A. (ed.). The philosophy of Karl Popper. La Salle, Open Court, 1974, v. 2, pp. 976-86.

A distinção entre ciência e pseudociência por Bunge está em: Seudociencia e ideología. Madrid, Alianza, 1985, pp. 63-124.

A científicidade da psicanálise é discutida em: BUNGE, Mario. Seudociencia e ideología, pp. 92-5; GRUNBAUM, Adolf. "Is freudian psycho-analytic theory pseudocientific

by Karl Popper's criterion of demarcation?" American Philosophical quarterly. 16, pp. 131-41; _____. The foundations of psychoanalysis. Berkeley, University of California Press, 1984; POPPER, Karl. Realism and the aim of science, pp. 163-74; RACHMANN, Stanley. (compil.). Critical essays in psychoanalysis. New York, Macmillan, 1963; VAN RILLAER, J. Las ilusiones del psicoanálisis. Barcelona, Ariel, 1985.

A cientificidade do marxismo é discutida em: BUNGE, Mario. Seudociencia e ideologia, pp. 153-72; CORNFORTH, Maurice. Comunismo e filosofia; dogmas e revisões do marxismo hoje. Rio de Janeiro, Zahar, 1980. _____. The open philosophy and the open society; a reply to Dr. Karl Popper's refutation of marxism. London, Lawrence & Wishart, 1968; POPPER, Karl. A sociedade aberta e seus inimigos. Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974, v. 2, pp. 88-204.

O senso comum é discutido em: NAGEL, Ernest. The structure of science; problems in the logic of scientific explanation. London, Routledge & Kegan Paul, 1982, pp. 1-14.

Para defesa e críticas à homeopatia ver: DANTAS, Flávio. O que é homeopatia. 2. ed. São Paulo, Brasiliense, 1984; KAUFMAN, M. Homeopathic in America; the rise and fall of a medical heresy. Baltimore, The John Hopkins Press, 1971; PLAZY, Michel. Pesquisa experimental moderna

em homeopatia. São Paulo, Homeopática Brasileira, 1969; ROSSION, Pierre. "Homéopathie: l'experimentation dit non". Science & vie. Paris, (812):44-68, mai. 1985; ROUZÉ, Michel. "Pour ou contre l'homéopathie". Science & vie. Paris, (807):48-55, 162, dec. 1984 e p. 162; VITHOULKAS, Georges & GUINEBERG, Colette. A homeopatia; origens e futuro de uma nova medicina. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1985 e os artigos publicados no periódico Ciência e Cultura, 37(9):1452-85, set. 1985.

A parapsicologia é discutida em: ABELL, G. & SINGER, B. (eds.). Science and the paranormal. New York, Simon and Schuster, 1980; ALCOCK, James. Parapsychology: science or magic? Oxford, Pergamon, 1981; BROCH, Henri. Le paranormal. Paris, Seuil, 1986; BUNGE, Mario. Seudociência e ideologia, pp. 88-92; DIACONIS, Persi. "Statistical problems in ESP Research". Science(201):131-6, 1978. HANSEL, C.E.M. ESP and parapsychology. Buffalo, Prometheus Books, 1980.

O criacionismo científico é criticado em: RUSE, Michael. Darwinism defended; a guide to the evolution controversies. Menlo Park, The Benjamin Cummings Publishing Company, 1982, pp. 283-329; MILNE, D.H. "How to debate with Creationists - and 'Win'". American Biology Teacher, (43):235-45, 1981.

A astrologia é discutida em: CARLSON, Shawn. "A double blind test of astrology". Nature(318):419-25, dec.

1985; GAUQUELIN, Michel. La vérité sur l'astrologie. Paris, Éditions du Rocher, 1985; _____. The cosmic clocks. Chicago, Regnery, 1967; _____. The scientific basis of astrology. New York, Stein and Day, 1966; GLEADOW, R. The origin of the zodiac. Pasadena, Castle, 1968; HOFFMANN, Linneu. Astrologia: análise de um mito. Rio de Janeiro, Achiamê, 1982; MULLER, Juan Alfredo Cesar & MULLER, Lēa Maria Pileggi. O que é astrologia. 2. ed. São Paulo, Brasiliense; NESLE, Solange de Mailly. Astrology; history, symbols and signs. New York, Inner traditions international, 1985; SADOUL, Jacques. L'enigme du zodiaque. Paris, Denoel, 1971; STANDEN, A. Forget your sun sign. Baton Rouge, Legacy, 1977.

Diversas pseucodiências são discutidas em: DE CAMP, L.S. Lost continents: the Atlantis theme. New York, Ballantine books, 1975; EVANS, Bergen. The natural history of nonsense. New York, Knopf, 1946; GARDNER, Martin. Fads and fallacies in the name of science. New York, Dover, 1957; GOLDSMITH, Donald (eds.). Scientists confront Velikovsky. Ithaca, Cornell University Press, 1977; HOROWITZ, K. A. et alii. "Plant 'primary perception'". Science.(189):478-80, 1975; KLASS, Philip. UFO's explained. New York, Randon House, 1974; KUSCHE, Laurence. The Bermuda triangle mistery — solved. New York, Harper & Row, 1975; MACKAY, Charles. Extraordinary popular delusions and the madness of crowds. New York, Farrar, Straus & Goroux, Nonday Press, 1970; RANDI, James. The magic of Uri Geller.

New York, Ballantine, 1975; SAGAN, Carl. O romance da ciência. 2. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1982, pp. 57-152; _____. & PAGE, Thornton (eds.). UFO's scientific debate. New York, W.W.Norton, 1974; STORY, Ronald. The space gods revealed; a close look at the theories of Erich von Däniken. New York, Harper & Row, 1976.

6.5. Notas e referências bibliográficas

- ¹ Cf. DAVIES. J.T. The scientific approach, pp. 28-9 e BRONOWSKI, J. A escalada do homem, p. 254.
- ² Cf. POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica, p. 35 e Realism and the aim of science, p. 159.
- ³ Id., Conjecturas e refutações, pp. 64-5.
- ⁴ Cf. Ibid., p. 37.
- ⁵ Ibid., pp. 67-8.
- ⁶ Cf. Ibid., p. 67.
- ⁷ Cf. Id., "Replies to my critics", p. 985 e Realism and the aim of science, p. 169.
- ⁸ Cf. Id., "Replies to my critics", p. 985.
- ⁹ Cf. Id., Realism and the aim of science, pp. 169-70.
- ¹⁰ Cf. Id., "Replies to my critics", pp. 984-5.
- ¹¹ Id., Conjecturas e refutações, p. 67.

- ¹² Cf. Id., A sociedade aberta e seus inimigos, pp. 199-205.
- ¹³ Cf. BUNGE, Mario. Seudociencia e ideologia, pp. 170-1.
- ¹⁴ Cf. Ibid., p. 158.
- ¹⁵ Ibid., pp. 170-1.
- ¹⁶ Cf. POPPER, Karl. "Replies to my critics", p. 984.
- ¹⁷ Cf. SHEEHAN, Helena. Marxism and the philosophy of science; a critical history. London, Humanities Press, 1985.
- ¹⁸ GRUNBAUM, Adolf. "Is freudian psycho-analytic theory pseudoscientific by Karl Popper's criterion of demarcation?". American Philosophical Quarterly. 16, pp. 131-41.
- ¹⁹ Cf. POPPER, Karl. Conjecturas e refutações, pp. 68-70.
- ²⁰ Cf. Ibid., pp. 67-8 e "Realism and the aim of science", p. 164.
- ²¹ Cf. Id., Conjecturas e refutações, p. 220.
- ²² Ibid., p. 225.
- ²³ Cf. FERNANDES, Sérgio. "A psicanálise é uma ciência?". Gradiva, abr/mai. 1986, p. 7.
- ²⁴ Cf. Id., Seudociência e ideologia, pp. 68-75.

- ²⁵ Cf. BUNGE, Mario. Epistemologia, pp. 154-5.
- ²⁶ Cf. NAGEL, Ernest. The structure of science, pp.10-1.
- ²⁷ REGO, Luzanira. "Medicina popular usa as ervas sem advertir para seus riscos". Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 27 nov 1986, p. 6.
- ²⁸ Cf. Ibid., p. 6.
- ²⁹ Cf. NAGEL, Ernest. Op. cit., p. 5.
- ³⁰ Cf. ROUZÉ, Michel. "Pour ou contre l'homéopathie". Science & Vie. Paris, 807:48-55, dec. 1984, p. 48.
- ³¹ Cf. VITHOULKAS, Georges & GUINEBERG, Colette. A homeopatia; origens e futuro de uma nova medicina. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1985, p. 22.
- ³² Cf. ROUZÉ, Michel. Op. cit., p. 49.
- ³³ Cf. Ibid., p. 50.
- ³⁴ Cf. VITHOULKAS, Georges & GUINEBERG, Colette. Op.cit., pp. 30-1.
- ³⁵ Cf. ROUZÉ, Michel. Op. cit., p. 51.
- ³⁶ Cf. EIZAYAGA, Francisco Xavier. "Campo de acción y limitaciones de la homeopatia". Ciência e cultura. São Paulo, 37(9) set. 1985, p. 1454.
- ³⁷ Cf. Ibid., p. 1452.

- ³⁸ Cf. DANTAS, Flávio. O que é a homeopatia. 2. ed. São Paulo, Brasiliense, 1986, p. 92.
- ³⁹ Cf. VITHOULKAS, Georges & GUINEBERG, Colette. Op.cit., p. 30.
- ⁴⁰ Cf. DANTAS, Flávio. Op. cit., pp. 32-3.
- ⁴¹ Cf. ROUZÉ, Michel. Op. cit., p. 52.
- ⁴² Cf. Ibid., p. 55.
- ⁴³ Cf. GIBSON, R.G. et alii. "Homeopathic therapy in rheumatoid arthrites: evaluation by double-blind clinical therapeutic trial". Brit. J. Clin. Pharmacol, 9:453, 1980.
- ⁴⁴ Cf. ROUZÉ, Michel. Op. cit., pp. 44-8 e p. 59.
- ⁴⁵ Cf. DANTAS, Flávio. Op. cit., p. 93.
- ⁴⁶ Cf. WATSON, Lyall. Supernature; a natural history of the supernatural. London, Coronet, 1974, p. 66.
- ⁴⁷ Cf. MULLER, Juan Alfredo Cesar & MULLER, Lêa Maria Pileggi. 2. ed. O que é astrologia. São Paulo, Brasiliense, 1985, p. 51.
- ⁴⁸ Cf. NESLE, Solange de Mailly. Astrology: history, symbols and signus. New York, inner traditions international, 1985, p. 13].
- ⁴⁹ Cf. Ibid., pp. 130-1.

- ⁵⁰ Cf. GAUQUELIN, Michel. La vérité sur L'astrologie. Paris, Ed. du Rocher, 1985, pp. 32-3.
- ⁵¹ Cf. Ibid., pp. 164-5.
- ⁵² Cf. Ibid., pp. 55-9.
- ⁵³ Cf. SAGAN, Carl. Cosmos. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1982, p. 57.
- ⁵⁴ Cf. Ibid., p. 46.
- ⁵⁵ Cf. HOFFMANN, Lineu. Astrologia: análise de um mito. Rio de Janeiro, Achiomê, 1982, p. 29.
- ⁵⁶ Cf. NESLE, Solange de Mailly. Op. cit., p. 30.
- ⁵⁷ Cf. SAGAN, Carl. Op. cit., p. 51.
- ⁵⁸ Cf. HOFFMANN, Lineu. Op. cit., p. 29.
- ⁵⁹ Cf. GAUQUELIN, Michel. Op. cit., pp. 270-9.
- ⁶⁰ Cf. WATSON, Lyall. Supernature: a natural history of the supernatural. London, Coronet books, 1974, p. 58.
- ⁶¹ Cf. LINDZEY, Gardner et alii. Psicologia. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977, p. 548.
- ⁶² Cf. FORER, Bertram, R. "The fallacy of personal validation: a classroom demonstration of gullibility". Journal of abnormal and social psychology. 1949, 44, pp. 118-23.

- ⁶³ Cf. GAUQUELIN, Michel. Op. cit., pp. 252-3.
- ⁶⁴ Ibid., p. 253.
- ⁶⁵ Cf. LINDZEY, Gardner et alii. Op. cit., p. 549.
- ⁶⁶ Cf. GAUQUELIN, Michel. Op. cit., pp. 237-48.
- ⁶⁷ Cf. Ibid., p. 237.
- ⁶⁸ Cf. Ibid., pp. 238-9.
- ⁶⁹ Cf. Ibid., p. 241.
- ⁷⁰ Cf. Ibid., pp. 45-72.
- ⁷¹ Cf. Ibid., pp. 175-226.
- ⁷² Cf. Ibid., pp. 214-29.
- ⁷³ CARLSON, Shawn. "A double-blind test of astrology".
Nature. 318, 1985, pp. 419-25.
- ⁷⁴ GAUQUELIN, Michel. Op. cit., pp. 33-4.

CONCLUSÃO

Ensinar ciência é, principalmente, ensinar o método científico, desenvolvendo o espírito crítico do estudante e estimulando-o não somente a questionar hipóteses científicas, mas a questionar também as premissas acerca do que é o método científico. Assim, a visão de um conhecimento certo, definitivo, obtido por uma observação pura, comprovado indutivamente, e que reflete fielmente a realidade, devemos opor um conhecimento crítico, baseado nas seguintes premissas:

a) O conhecimento científico é conjectural: não há verdades inquestionáveis — qualquer teoria pode vir a ser refutada e substituída por outra melhor.

b) A atividade científica começa a partir de um problema, e não de observações puras ou coletas de dados. O problema, por sua vez, nasce de lacunas ou falhas em uma teoria prévia (ou expectativas, hipóteses, etc.).

c) Para resolvermos um problema formulamos hipóteses. As hipóteses e teorias guiam nossas observações e nossos experimentos, ou seja, nossas tentativas de refutá-los, ou nossos testes.

d) Se a hipótese, lei ou teoria resistir ao teste, ela será aceita, provisoriamente, como possivelmente verdadeira, mas jamais poderá ser definitivamente comprovada, nem sua probabilidade aumentará com a repetição do experimento. De uma teoria falsa podem ser extraídas previsões que se confirmam.

e) Uma hipótese será considerada científica se for possível imaginar uma situação que a refute, uma vez que as hipóteses e as teorias científicas — embora não sejam logicamente comprováveis — são logicamente refutáveis. Entretanto, a decisão de aceitar ou não uma refutação também é sempre conjectural.

f) O aprendizado científico ocorre por ensaio e erro e não por "indução": testamos e criticamos nossas hipóteses, substituindo-as por outras melhores em caso de refutação. A nova hipótese gera novos problemas e, dessa forma, o conhecimento científico progride.

g) Nas explicações científicas, utilizamos, além das condições iniciais, leis gerais que afirmam em que condições os fenômenos devem ocorrer e que podem ter tanto um caráter causal como um caráter probabilístico.

h) As teorias se valem de modelos e procuram refletir, de forma parcial, simplificada e hipotética, aquilo que realmente ocorre na natureza. Uma teoria deve ser logicamente coerente e compatível com outras teorias científicas.

i) Quanto mais geral, profunda, simples e precisa for uma hipótese, lei ou teoria, mais acontecimentos ela proíbe, maior seu conteúdo empírico, sua testabilidade, sua refutabilidade e menor sua probabilidade inicial. Logo, maior a chance de nosso conhecimento avançar. Por isso, não devemos fugir à refutação através de hipóteses ad hoc que diminuam o conteúdo empírico e a refutabilidade de uma hipótese ou teoria.

j) Quanto mais rigoroso for um teste, maior a chance de refutarmos uma hipótese. Por isso, devemos nos valer de experiências controladas e de medidas. Além disso, as experiências controladas — juntamente com a possibilidade de repetição do experimento por outro pesquisador — contribuem para a objetividade científica.

k) Hipóteses ou leis probabilísticas podem ser testadas se admitirmos que elas excluem eventos altamente improváveis. Se um evento desse tipo ocorrer, consideraremos a hipótese ou lei em questão refutada.

l) Correlações estatísticas não indicam necessariamente causas. Somente uma teoria representacional, valendo-se de conceitos não observáveis, pode fornecer um apoio mais profundo para leis fenomenológicas e generalizações empíricas.

m) Se uma teoria entrar em conflito com os resultados de um teste, o "culpado" pela contradição poderá se encontrar tanto entre os princípios fundamentais da teo-

ria, como entre as hipóteses adicionais ou entre as teorias auxiliares, utilizadas para estabelecer as condições iniciais e construir o experimento. Para encontrá-lo teremos de nos valer de testes independentes e, se não for possível descobrir o culpado através deles, teremos de esperar que uma nova teoria explique os resultados obtidos.

n) Quanto mais improvável — à luz das teorias aceitas — for uma previsão, mais severamente ela poderá ser testada, e maior será o grau de corroboração atingido pela hipótese ou teoria se suas previsões se confirmarem.

o) Uma nova teoria será melhor que uma teoria antiga se for capaz de explicar tudo que esta já explicava e, além disso, prever fatos novos, formular previsões mais precisas — corrigindo as previsões anteriores — refutar algumas dessas previsões e ainda estabelecer os limites dentro dos quais a teoria antiga poderá ser utilizada na prática. Para que o nosso conhecimento progrida também é necessário que a nova teoria seja corroborada.

p) Embora o grau de corroboração não nos diga nada sobre o desempenho futuro de uma teoria, o mais racional é escolher a teoria mais corroborada, uma vez que ela é, também, a teoria que melhor resistiu às críticas, pois a atitude racional é, essencialmente, uma atitude crítica. No entanto, é discutível afirmar que as teorias mais corroboradas são também as de maior verossimilitude, isto é, as que mais se aproximam da verdade.

q) Se abdicarmos da discussão crítica, das idéias de objetividade, verdade, refutabilidade, etc., estaremos não apenas impedindo o progresso do conhecimento, mas também estimulando decisões dogmáticas e arbitrárias, baseadas no uso da força e da autoridade.

r) Para que um conhecimento seja considerado científico, ele deve ser considerado conjectural, procurando-se criticar suas idéias através de argumentos lógicos e procurando refutar suas hipóteses através de testes severos.

s) Devido à ausência de testes controlados, à busca de leis gerais precisas e profundas, e ao emprego reduzido da lógica, o conhecimento comum é eficaz apenas dentro de certos limites, possuindo um nível crítico inferior ao do conhecimento científico.

t) As pseudociências caracterizam-se pelo uso pouco freqüente do método crítico, tendo, portanto, um caráter estático e dogmático. Uma vez que seus seguidores, não raro, acham que descobriram a verdade, elas não se modificam muito ao longo do tempo, tornando-se, conseqüentemente, impermeáveis a críticas.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAGNANO, Nicola. Dicionário de filosofia. 2. ed. São Paulo, Mestre Jou, 1982.
- ACKERMANN, Robert J. The philosophy of Karl Popper. Amherst, University of Massachusetts, 1976.
- ALVES, Rubem. Filosofia da ciência; introdução ao jogo e suas regras. 4. ed. São Paulo, Brasiliense, 1983.
- AYALA, Francisco J. & DOBZHANSKY, T. (eds.), Estudios sobre la filosofía de la biología, Ariel, 1983.
- AYER, Alfred J. Philosophy in the twentieth century. London, Unwin Paperback, 1984.
- BAKER, Jeffrey J. W. & ALLEN, Garland. Estudo da biologia. São Paulo, Edgard Blücher, Brasília, INL, 2v., 1977.
- BANFI, Antonio. Galileu. Lisboa, Edições 70, 1981.
- BECKNER, Morton. "Aspectos da explicação em teorias biológicas". In: MORGENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da Ciência. São Paulo, 1979, pp. 187-99.
- BEVERIDGE, W.I.B. Sementes da descoberta científica. São Paulo, T.A. Queiroz; Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.

_____. The art of scientific investigation. 3. ed.
London, Heinemann; New York, Norton, 1957.

BLACK, Max. "Justificação da indução". In: MORGENBESSER,
Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, 1979,
pp. 219-30.

BOWLER, Peter J. El eclipse de darwinismo; teorías evolu-
cionistas antidarwinistas en las décadas em torno a
1900. Barcelona, Labor Universitária, 1985.

BRONOWSKY, Jacob. A escalada do homem. 2. ed. São Paulo,
Martins Fontes; Brasília, Ed. da Universidade de Brasília,
1982.

BUNGE, Mario. Causality and modern science. 3. ed. New
York, Dover, 1979.

_____. Ciência e desenvolvimento. Belo Horizonte, Ita-
liaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo,
1980.

_____. Epistemologia; Curso de atualização. São Pau-
lo, T.A. Queiroz; Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

_____. Filosofia da física. Lisboa, Edições 70, 1973.

_____. La investigacion científica; su estrategia y
su filosofia. Barcelona, Ariel, 1973.

_____. Racionalidad y realismo. Madrid, Alianza, 1985.

_____. Seudociencia e ideología. Madrid, Alianza, 1985.

_____. Teoria e realidade. São Paulo, Perspectiva, 1974.

_____. Tratado de filosofia básica. São Paulo, E.P.U.; Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, 2 v.

CAMPBELL, Norman. What is science? New York, Dover Publications, 1973.

CARNAP, Rudolf. Logical foundation of probability. London, Routledge Kegan Paul, 1950.

_____. The continuum of inductive methods. Chicago, University Press, 1952.

_____. The logical structure of the world and pseudo problems in philosophy. London, Routledge & Kegan Paul, 1967.

CARLINI, E.A. "A pesquisa em homeopatia". Ciência e Cultura. São Paulo, 37 (9):1482-5, set., 1985.

CLARCK, Peter. "Atomism versus thermodynamics". In: HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the physical sciences. Cambridge, Cambridge University Press, 1976, pp. 41-106.

COPI, Irving M. Introdução à lógica. São Paulo, Mestre Jou, 1978.

CORRADO, Alexandre Pinto. "Estudo crítico da homeopatia como nova ciência". Ciência e Cultura, São Paulo, 37 (9):1479-81, set., 1985.

CUPANI, Alberto. A crítica do positivismo e o futuro da filosofia. Florianópolis, Editora da UFSC, 1985.

DANTAS, Flávio. O que é homeopatia. 2. ed. São Paulo, Brasiliense, 1984.

DAVIES, J.T. The scientific approach, London, Academic Press, 1985.

DAVIS, P. William & SOLOMON, Eldra Pearl. The world of biology. New York, McGraw-Hill, 1979.

DEMO, Pedro. Introdução à metodologia da ciência. São Paulo, Atlas, 1983.

DERKSEN, A.A. "The alleged unity of Popper's philosophy of science: falsifiability as fake cement". Philosophical Studies, (48):313-36, 1985.

DEUS, Jorge Dias de (org.). A crítica da ciência; Sociologia e ideologia da ciência. Rio de Janeiro, Zahar, 1979.

DUHEM, Pierre. The aim and structure of physical theory. Princeton, Princeton University, 1954.

EDWARDS, Paul (ed.). The encyclopedia of philosophy. 8.v. New York, Macmillan & Free Press; London, Collier-Macmillan, 1967.

EINSTEIN, Albert & INFELD, Leopold. A evolução da física. Rio de Janeiro, Zahar, 1980.

FERNANDES, Sergio Luiz de Castilho. Foundations of objective knowledge; The relations of Popper's theory of knowledge to that of Kant. Dordrecht, D. Reidel, 1985.

FEYERABEND, Paul. "Consolando o especialista". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 244-84.

_____. Contra o método. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1977.

_____. "Dialogo sobre el método". In: RADNITZKY, Gerard y ANDERSSON, Gunnar. Estructura y desarrollo de la ciencia. Madrid, Alianza, 1984.

_____. "On the critique of scientific reason". In: HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the physical sciences; the critical background to modern science, 1800 - 1905. Cambridge, Cambridge University Press, 1976, pp. 309-39.

_____. "Problemas da Microfísica". In: MORGENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, 1979, pp. 247-58.

_____. "Problems of empiricism". In: COLODNY, Robert G. (ed.). Beyond the edge of certainty; essays in contemporary science and philosophy. Englewood Cliffs, Prentice - Hall, 1965, pp. 145-260.

FRICKÉ, Martin. "The rejection of Avogadro's hypotheses".
In: HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the
physical sciences; the critical background to modern
science, 1800-1905, pp. 277-307.

GELLNER, Ernest. "Além da verdade e da falsidade". In: Ca-
dernos de História e Filosofia da Ciência da Unicamp.
(1):62-76, 1980.

GIERE, Ronald N. "Popper and the non-bayesian tradition:
comments on Richard Jeffrey". Synthese.(30):119-32,1975.

_____. Understanding scientific reasoning. New York,
Holt, Rinehart & Winston, 1979.

GOODMANN, Nelson. Fact, fiction and forecast. London,
Atlone Press, 1954.

HAACK, Susan. Philosophy of logics. London, Cambridge
University Press, 1978.

HACKING, Ian. Representing and intervening; introductory
topics in the philosophy of natural science. Cambridge,
Cambridge University, 1983.

HANSON, N. Russell. "Observação e interpretação". In: MOR-
GENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Pau-
lo, Cultrix, 1979, pp. 127-38.

HARRÉ, Ron (org.). Problemas da revolução científica; in-
centivos e obstáculos ao progresso das ciências. Belo
Horizonte, Itatiaia, São Paulo, Ed. da Universidade de
São Paulo, 1976.

HEGENBERG, Leonidas. Etapas da Investigação Científica.

São Paulo, E.P.U., Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, 2 v.

_____. Explicações científicas, introdução à filosofia da ciência. 2. ed. São Paulo, E.P.U.; 1973, 2 v.

_____. Significado e conhecimento. São Paulo, E.P.U.; Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.

HEMPEL, Carl G. "Explicação científica". In: MORGENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, 1979, pp. 159-69.

_____. Filosofia da ciência natural. 3 ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1981.

HOFFMANN, Linneu. Astrologia; análise de um mito. Rio de Janeiro, Achiamê, 1981.

HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the physical sciences; the critical background to modern science, 1800-1905. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.

HULL, David. Filosofia da ciência biológica. Rio de Janeiro, Zahar, 1974.

HULL, L.W.H. Historia y filosofia de la ciencia. Barcelona, Ariel, 1984.

HUME, David. Investigação acerca do entendimento humano. São Paulo, Companhia Editora Nacional; Ed. da Universidade de São Paulo, 1972.

JEFFREY, Richard C. "Probability and falsification: critique of the Popper program". Synthese. Dordrecht (30): 95-117, 1975.

_____. The logic of decision. New York, McGraw-Hill, 1965.

JEFFREY, Harold. Theory of probability. Oxford, Clarendon Press, 1939.

KANT, Immanuel. Crítica da razão pura; e outros testes filosóficos. São Paulo, Abril, 1974.

KNELLER, George F. A ciência como atividade humana. Rio de Janeiro, Zahar; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo.

KRUIFF, Paul de. Microbe hunters. New York, Bance, 1954.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo, Perspectiva, 1978.

_____. "A função do dogma na investigação científica". In: DEUS, Jorge Dias de (org.). A crítica da ciência. Rio de Janeiro, Zahar, 1970, pp. 53-80.

_____. "Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?" In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Allan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 5-32.

_____. "Reflexões sobre meus críticos". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Allan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 285-343.

_____. Segundo pensamientos sobre paradigmas. Madrid, tecnos, 1978.

LAKATOS, Imre. La metodologia de los programas de investigación científica. Madrid, Alianza, 1983.

_____. Matemáticas, ciencia y epistemología. Madrid, Alianza, 1981.

_____. "O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Allan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 109-243.

_____. (ed.). The problem of inductive logic. Amsterdam, North Holland, 1968.

_____. & MUSGRAVE, Allan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

LATOUR, B. & WOOLGAR, S. Laboratory life: the social construction of scientific facts. Beverly Hills, Sage, 1979.

LOSEE, John. Introdução histórica à filosofia da ciência. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

LUCIE, Pierre. A Gênese do Método Científico. Rio de Janeiro, Campus, 1978.

_____. Física básica. Rio de Janeiro, Campos, 1979.

LUCAS, J.R. Space time and causality; an essay in natural philosophy. Oxford, Clarendon, 1984.

MAGEE, Brian. As Idéias de Popper. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

MASTERMAN, Margaret. "A natureza de um paradigma". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. pp. 72-108.

MAYR, Ernst. The growth of biological thought; diversity, evolution and inheritance. Cambridge, Harvard University Press, 1982.

MENDENHALL, William. Probabilidade e estatística. Rio de Janeiro, Campus, 1985, 2 v.

MILLER, David. "Making sense of method: comments on Richard Jeffrey". Synthese. DORDRECHT, (30).139-47, 1975.

_____. "Popper's qualitative theory of verisimilitude". British Journal for the Philosophy of science(25): 166-77, 1974.

_____. "The accuracy of predictions". Synthese. Dordrecht (30):159-91, 1975.

MONDO, Jackes. O acaso e a necessidade; ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna. 3.ed. Petrópolis, Vozes, 1976.

MORGENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, Cultrix, 1979.

MORRIS, Richard. The nature of reality. New York, McGraw Hill, 1987.

MUSGRAVE, Alan. "Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the chemical revolution". In: HOWSON, Colin. Method and appraisal in the physical sciences; the critical background to modern science, 1800-1905, Cambridge, Cambridge University, 1976, pp. 181-210.

NAGEL, Ernest. "Ciência: natureza e objetivo". In.: MORGENBESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, Cultrix, 1979, pp. 13-24.

_____. The structure of science; problems in the logic of scientific explanation. London, Routledge & Kegan, 1982.

O'HEAR, Anthony. Karl Popper. London, Routledge & Kegan Paul, 1980.

OLDROYD, David. The arch of knowledge; an introductory study of the philosophy and methodology of science. Methuen, New York, 1986.

OLSCAMP, Paul J. Introdução à filosofia. Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos, 1980.

NICOLSON, Iain. Gravidade, buracos negros e o universo. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1983.

PASCAL, Georges. O pensamento de Kant. Petrópolis, Vozes, 1983.

POLANYI, Michael. Personal knowledge; towards a post-critical philosophy. New York, Harper & Row, 1962.

POPPER, Karl. "A ciência normal e seus perigos". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Allan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, pp. 63-71.

_____. "A racionalidade das revoluções científicas". In: HARRE, Ron (org.). Problemas da revolução científica. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, pp. 91-122.

_____. A lógica da pesquisa científica. 2. ed. São Paulo, Cultrix, 1975.

_____. "A note on verosimilitude". British Journal for the philosophy of science. (27):147-59, 1976.

- _____. A sociedade aberta e seus inimigos. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974, 2 v.
- _____. Autobiografia intelectual; São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.
- _____. Conhecimento objetivo; uma abordagem evolucionária. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.
- _____. Conjecturas e refutações. Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1972.
- _____. Lógica das ciências sociais. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro; Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1978.
- _____. O racionalismo crítico na política; coletânea de ensaios. Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1981.
- _____. Realism and the aim of science. London, Hutchinson, 1982.
- _____. "Replies to my critics". In: SCHILPP, Paul A. (ed.). The Philosophy of Karl Popper. (The Library of Living Philosophers). La Salle, Open Court, 1974, v.2., pp. 961-1197.

RADNITZKY, Gerard y ANDERSSON, Gunnar (eds.). Estructura y desarrollo de la ciencia. Madrid, Alianza, 1984.

RESENDIZ, Josefina Sánchez. "Homeopatia y investigación". Ciência e cultura, São Paulo, 37(9):1466-69, set.1985.

_____. "Homeopatia y efecto placebo". Ciência e cultura, São Paulo, 37 (9):1469-71, set. 1985.

ROSMORDUC, Jean. De Tales a Einstein: história da Física e da Química. Lisboa, Editorial Caminho, 1983.

ROSSION, Pierre. "Homéopathie: L'experimentation dit non". Science & Vie, Paris, (812):44-8, mai. 1985.

ROUZE, Michel. "Pour ou contre l'homéopathie". Science & Vie. Paris, (807):48-55, dec. 1984.

RUSE, Michael. Darwinism defended; a guide to the evolution controversies. Menlo Park. The Benjamin Cummings Publishing Company, 1982.

RUSSELL, Bertrand. História da filosofia ocidental. 4.ed. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília; São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1982, 3 v.

RUSSELL, John B. Química Geral. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1981.

SAGAN, Carl. O romance da ciência. 2. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1982.

SCHILPP, Paul A. (ed.). The philosophy of Karl Popper; The library of living philosophers. La Salle, Open Court, 1974, 2 v.

SELBY-BIGGE, L.A. (ed.). Hume's treatise. Oxford, Clarendon Press, 1888.

SKYRMS, Brian. Escolha e acaso; uma introdução à lógica indutiva. São Paulo, Cultrix, 1971.

STEGMULLER, Wolfgang. A filosofia contemporânea. São Paulo, E.P.U.; Ed. da Universidade de São Paulo, 1977, 2 v.

_____. Estructura y dinámica de teorías. Barcelona, Ariel, 1983.

_____. Teoría y experiencia. Barcelona, Ariel, 1979.

SUPPE, Patrick. "Que é uma teoria científica?" In: MORGEN BESSER, Sidney (org.). Filosofia da ciência. São Paulo, Cultrix, 1979, pp. 111-38.

SUTCLIFFE, A. & SUTCLIFFE, A.P.D. Ciência, história e realidade. São Paulo, Ibrasa, 1976.

TARSKI, Alfred. Logic, semantics and metamathematics. Oxford, Clarendon Press, 1956.

TATON, R. História geral das ciências. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1965.

- TICHÝ, Pavel. "On Popper's definitions of verisimilitude". British Journal for the philosophy of science (25):155-60, 1974.
- VARGAS, Milton. Metodologia da pesquisa tecnológica. Rio de Janeiro, Globo, 1985.
- VITHOULKAS, Georges & GUINEBERG, Colette. A homeopatia; origens e futuro de uma nova medicina, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1985.
- WATKINS, John. "Contra a 'ciência normal'". In: LAKATOS, Imre & MUSGRAVE, Alan (org.). A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo, Cultrix; Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, pp. 33-49.
- _____. Science and scepticism. Princeton, Princeton University, 1984.
- WEDBERG, Anders. A history of philosophy. London, Oxford University, 1982, 3 v.
- WONNACOTT, Ronald J. Wonnacott, Thomas H. Fundamentos de estatística; descobrindo o poder de estatística. Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos, 1985.
- WORRALL, John. "Thomas Young and the refutation of Newtonian optics: a case - study in the interaction of philosophy of science and history of science". In: HOWSON, Colin. (ed.). Method and appraisal in the physical sciences; the critical background to modern science, 1800-

1905. Cambridge, Cambridge University Press, 1976, pp. 107-80.

ZAHAR, Elie. "Why did Einstein's programme supersede Lorentz's?" In: HOWSON, Colin (ed.). Method and appraisal in the physical sciences; the critical background to modern science, 1800-1905. Cambridge, Cambridge University Press, 1976, pp. 211-76.

ZIMAN, John M. Conhecimento público. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

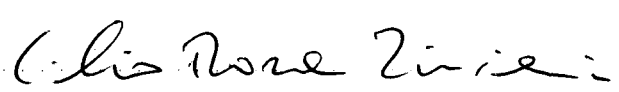
Dissertação apresentada aos Senhores



Professor Sérgio Luiz de Castilho Fernandes
Orientador




Professora Círcé Navarro Vital Brazil



Professor Cílio R. Ziviani

Visto e permitida a impressão.

Rio de Janeiro, 24 / Abril 1987



Coordenador Geral de Ensino



Coordenador Geral de Pesquisa