

CAPÍTULO 2

Ciência Natural: Os Pressupostos Filosóficos

Neste capítulo vamos discutir as principais concepções acerca da natureza do método científico. Veremos então que, embora os filósofos discordem acerca de vários pontos, é possível extrair algumas conclusões importantes, que são aceitas por todos os que defendem a busca da objetividade como um ideal do conhecimento científico.

1. O positivismo lógico

O termo *positivismo* vem de Comte, que considerava a ciência como o paradigma de todo o conhecimento. No entanto, mais importante do que Comte para a linha anglo-americana foi a combinação de idéias empiristas (Mill, Hume, Mach & Russell) com o uso da lógica moderna (a partir dos trabalhos em matemática e lógica de Hilbert, Peano, Frege, Russell e das idéias do *Tractatus Logico-Philosophicus*, de Wittgenstein). Daí o movimento ser chamado também de positivismo lógico ou empirismo lógico. O movimento foi influenciado ainda pelas novas descobertas em física, principalmente a teoria quântica e a teoria da relatividade. (Para uma exposição mais detalhada das idéias e do desenvolvimento do positivismo lógico ver Ayer, 1959, 1982; Gillies, 1993; Hanfling, 1981; Oldroyd, 1986; Radnitzky, 1973; Suppe, 1977; Urmson, 1956; Wedberg, 1984.)

Embora tenha surgido nos anos 20, na Áustria (a partir do movimento conhecido como "Círculo de Viena", fundado pelo filósofo Moritz Schlick), Alemanha e Polônia, muitos de seus principais filósofos, como Rudolf Carnap, Hans Reichenbach, Herbert Feigl e Otto Neurath, emigraram para os Estados Unidos ou Inglaterra com o surgimento do nazismo, uma vez que alguns dos

membros do grupo eram judeus ou tinham idéias liberais ou socialistas incompatíveis com o nazismo.

Para o positivismo, a Lógica e a Matemática seriam válidas porque estabelecem as regras da linguagem, constituindo-se em um conhecimento *a priori*, ou seja, independente da experiência. Em contraste com a Lógica e a Matemática, porém, o conhecimento factual ou empírico deveria ser obtido a partir da observação, por um método conhecido como indução.

A partir da observação de um grande número de cisnes brancos, por exemplo, concluímos, por indução, que o próximo cisne a ser observado será branco. Do mesmo modo, a partir da observação de que alguns metais se dilatam quando aquecidos, concluímos que todos os metais se dilatam quando aquecidos e assim por diante. A indução, portanto, é o processo pelo qual podemos obter e confirmar hipóteses e enunciados gerais a partir da observação.

As leis científicas, que são enunciados gerais que indicam relações entre dois ou mais fatores, também poderiam ser obtidas por indução. Estudando-se a variação do volume de um gás em função de sua pressão, por exemplo, concluímos que o volume do gás é inversamente proporcional à pressão exercida sobre ele (lei de Boyle). Em termos abstratos, as leis podem ser expressas na forma "em todos os casos em que se realizam as condições A, serão realizadas as condições B". A associação das leis com o que chamamos de condições iniciais permite prever e explicar os fenômenos: a lei de Boyle permite prever que se dobrarmos a pressão de um gás com volume de um litro, em temperatura constante (condições iniciais), esse volume será reduzido à metade.

Embora o termo teoria tenha vários significados (podendo ser utilizado simplesmente como sinônimo de uma hipótese ou conjectura), em sentido estrito as teorias são formadas por um conjunto de leis e, freqüentemente, procuram explicar os fenômenos com auxílio de conceitos abstratos e não diretamente observáveis, como "átomo", "elétron", "campo", "seleção natural" etc. Esses conceitos abstratos ou teóricos estão relacionados por regras de correspondência com enunciados diretamente observáveis (o ponteiro do aparelho deslocou-se em 1 centímetro, indicando uma corrente de 1 ampère, por exemplo).

As teorias geralmente utilizam modelos simplificados de uma situação mais complexa. A teoria cinética dos gases, por exemplo, supõe que um gás seja formado por partículas de tamanho desprezível (átomos ou moléculas), sem forças de atração ou repulsão entre elas e em movimento aleatório. Com auxílio desse modelo, podemos explicar e deduzir diversas leis – inclusive a lei de Boyle, que relaciona a pressão com o volume do gás (se o volume do recipiente do gás diminuir, o número de choques das moléculas com a parede do recipiente aumenta, aumentando a pressão do gás sobre a parede).

Se passarmos de generalizações superficiais, como a dos cisnes, para as leis e teorias científicas, o problema se complica mais ainda. A partir da observação de um certo número de fatos, podemos extrair diversas leis e teorias científicas compatíveis com os dados recolhidos. Isto quer dizer que a indução, por si só, não é suficiente para descobrirmos qual das generalizações é a que melhor explica os dados.

Além disso, mesmo que procedimentos indutivos permitam reunir um conjunto de dados e formar generalizações superficiais (do tipo "todos os metais se dilatam"), eles são insuficientes para originar teorias profundas, que apelam para conceitos impossíveis de serem percebidos por observação direta, como elétron, quark, seleção natural, etc.

Os filósofos positivistas afirmam, no entanto, que o método indutivo pode ser usado para aumentar o grau de confirmação de hipóteses e teorias. Com auxílio da teoria da probabilidade, procuram desenvolver uma lógica indutiva para medir a probabilidade de uma hipótese em função das evidências a seu favor (calculando, por exemplo, a probabilidade que um paciente tem de ter determinada doença em função dos sintomas que apresenta).

A construção de uma lógica indutiva contou com a colaboração de vários positivistas lógicos, como Carnap (1950) e Reichenbach (1961) e ainda tem defensores até hoje, que procuram, por exemplo, implementar sistemas indutivos em computadores para gerar e avaliar hipóteses (Holland *et al.*, 1986).

Outra linha de pesquisa, o bayesianismo, utiliza o teorema de Bayes (em homenagem ao matemático inglês do século XVIII, Thomas Bayes) para atualizar o grau de confirmação de hipóteses e teorias a cada nova evidência, a partir de uma probabilidade inicial e das evidências a favor da teoria. (Para exposição e defesa do bayesianismo, ver Howson & Urbach, 1989; Jeffrey, 1983; Horwich, 1982.)

Os sistemas de lógica indutiva e as tentativas de atribuir probabilidade a hipóteses e teorias têm sido bastante criticados e apresentam muitos problemas não resolvidos. Mesmo que se possa atribuir probabilidade a enunciados gerais, parece muito difícil – senão impossível – aplicar probabilidades às teorias científicas profundas, que tratam de conceitos não observáveis. (Para críticas à lógica indutiva, ao bayesianismo e à busca de princípios que justifiquem a indução, ver: Earman, 1992; Gillies, 1993; Glymour, 1980; Lakatos, 1968; Miller, 1994; Pollock, 1986; Popper, 1972, 1974, 1975a, 1975b; Watkins, 1984).

2. As idéias de Popper

A partir das críticas à indução, Popper tenta construir uma teoria acerca do método científico (e também acerca do conhecimento em geral) que não envolva a indução – que não seja, portanto, vulnerável aos argumentos de Hume. A questão é: como é possível que nosso conhecimento aumente a partir de hipó-

teses, leis e teorias que não podem ser comprovadas? (Mais sobre as idéias de Popper em: Andersson, 1994; Gewandzsjajder, 1989; Magee, 1989; Miller, 1994; Newton-Smith, 1981; O'Hear, 1980; Popper, 1972, 1975a, 1975b, 1979, 1982; Schilpp, 1974; Watkins, 1984.)

2.1 O Método das conjecturas e refutações

Popper aceita a conclusão de Hume de que a partir de observações e da lógica não podemos verificar a verdade (ou aumentar a probabilidade) de enunciados gerais, como as leis e teorias científicas. No entanto, diz Popper, a observação e a lógica podem ser usadas para refutar esses enunciados gerais: a observação de um único cisne negro (se ele de fato for negro) pode, logicamente, refutar a generalização de que todos os cisnes são brancos. Há, portanto, uma assimetria entre a refutação e a verificação.

A partir daí, Popper constrói sua visão do método científico – o racionalismo crítico – e também do conhecimento em geral: ambos progredem através do que ele chama de conjecturas e refutações. Isto significa que a busca de conhecimento se inicia com a formulação de hipóteses que procuram resolver problemas e continua com tentativas de refutação dessas hipóteses, através de testes que envolvem observações ou experimentos. Se a hipótese não resistir aos testes, formulam-se novas hipóteses que, por sua vez, também serão testadas. Quando uma hipótese passar pelos testes, ela será aceita como uma solução provisória para o problema. Considera-se, então, que a hipótese foi corroborada ou adquiriu algum grau de corroboração. Este grau é função da severidade dos testes a que foi submetida uma hipótese ou teoria e ao sucesso com que a hipótese ou teoria passou por estes testes. O termo *corroboração* é preferível à *confirmação* para não dar a idéia de que as hipóteses, leis ou teorias são verdadeiras ou se tornam cada vez mais prováveis à medida que passam pelos testes. A corroboração é uma medida que avalia apenas o sucesso passado de uma teoria e não diz nada acerca de seu desempenho futuro. A qualquer momento, novos testes poderão refutar uma hipótese ou uma teoria que foi bem-sucedida no passado, isto é, que passou com sucesso pelos testes (como aconteceu com a hipótese de que todos os cisnes são brancos depois da descoberta de cisnes negros na Austrália).

As hipóteses, leis e teorias que resistiram aos testes até o momento são importantes porque passam a fazer parte de nosso conhecimento de base: podem ser usadas como "verdades provisórias", como um conhecimento não problemático, que, no momento, não está sendo contestado. Mas a decisão de aceitar qualquer hipótese como parte do conhecimento de base é temporária e pode sempre ser revista e revogada a partir de novas evidências.

Por várias vezes, Popper protestou por ter sido confundido por seus críticos (Kuhn e Lakatos, por exemplo) com um “falsificacionista ingênuo” (Popper, 1982). Para ele, isto acontece porque esses críticos confundem refutação em nível lógico com refutação em nível experimental. Em nível experimental ou empírico nunca podemos provar conclusivamente que uma teoria é falsa: isto decorre do caráter conjectural do conhecimento. Mas a tentativa de refutação conta com o apoio da lógica dedutiva, que está ausente na tentativa de confirmação.

A decisão de aceitar que uma hipótese foi refutada é sempre conjectural: pode ter havido um erro na observação ou no experimento que passou despercebido. No entanto, se a observação ou o experimento forem bem realizados e não houver dúvidas quanto a sua correção, podemos considerar que, em princípio, e provisoriamente, a hipótese foi refutada. Quem duvidar do resultado pode “reabrir a questão”, mas para isso deve apresentar evidências de que houve um erro no experimento ou na observação. No caso do cisne, isto equivale a mostrar que o animal não era um cisne ou que se tratava de um cisne branco pintado de preto, por exemplo.

A refutação conta com o apoio lógico presente em argumentos do tipo: “Todos os cisnes são brancos; este cisne é negro; logo, é falso que todos os cisnes sejam brancos”. Neste caso, estamos diante de um argumento dedutivamente válido. Este tipo apoio, porém, não está presente na comprovação indutiva.

Popper usa então a lógica dedutiva não para provar teorias, mas para criticá-las. Hipóteses e teorias funcionam como premissas de um argumento. A partir dessas premissas deduzimos previsões que serão testadas experimentalmente. Se uma previsão for falsa, pelo menos uma das hipóteses ou teorias utilizadas deve ser falsa. Desse modo, a lógica dedutiva passa a ser um instrumento de crítica.

2.2 A importância da refutabilidade

Para que o conhecimento progrida através de refutações, é necessário que as leis e as teorias estejam abertas à refutação, ou seja, que sejam potencialmente refutáveis. Só assim, elas podem ser testadas: a lei da reflexão da luz, por exemplo, que diz que o ângulo do raio incidente deve ser igual ao ângulo do raio refletido em um espelho, seria refutada se observarmos ângulos de reflexão diferentes dos ângulos de incidência. As leis e teorias devem, portanto, “proibir” a ocorrência de determinados eventos.

Os enunciados que relatam eventos que contradizem uma lei ou teoria (que relatam acontecimentos “proibidos”) são chamados de falseadores potenciais da lei ou teoria.

O conjunto de falseadores potenciais nos dá uma medida do conteúdo empírico da teoria: quanto mais a teoria “proíbe”, mais ela nos diz acerca do mundo. Para compreender melhor essa colocação, observe-se o caso oposto: o de enunciados do tipo “vai chover ou não vai chover amanhã”. Enunciados deste tipo não possuem falseadores potenciais e, portanto, não têm conteúdo empírico ou informativo, não são testáveis ou refutáveis e nada dizem acerca do mundo nem contribuem para o progresso do conhecimento.

Por outro lado, quanto mais geral for um enunciado ou lei, maior seu conteúdo empírico ou informativo (a generalização “todos os metais se dilatam quando aquecidos” nos diz mais do que “o chumbo se dilata quando aquecido”) e maior sua refutabilidade (a primeira afirmação pode ser refutada caso algum metal – inclusive o chumbo – não se dilate, enquanto a segunda só é refutada caso o chumbo não se dilate).

Concluimos então que para acelerar o progresso do conhecimento devemos buscar leis cada vez mais gerais, uma vez que o risco de refutação e o conteúdo informativo aumentam com a amplitude da lei, aumentando assim a chance de aprendermos algo novo.

Um raciocínio semelhante pode ser feito com a busca de leis mais precisas. Essas leis têm conteúdo maior e arriscam-se mais à refutação; exemplo: “a dilatação dos metais é diretamente proporcional ao aumento da temperatura” tem maior refutabilidade do que “os metais se dilatam quando aquecidos”, uma vez que este último enunciado somente será refutado se o metal não se dilatar, enquanto o primeiro enunciado será refutado caso o metal não se dilate ou quando a dilatação se desviar significativamente dos valores previstos.

A refutabilidade também se aplica à busca de leis mais simples. Se medirmos a simplicidade de uma lei em função do número de parâmetros (o critério de Popper), veremos que leis mais simples são também mais refutáveis (a hipótese de que os planetas têm órbitas circulares é mais simples do que a hipótese de que os planetas têm órbitas elípticas – já que o círculo é um tipo de elipse).

Portanto, de acordo com Popper, a ciência deve buscar leis e teorias cada vez mais amplas, precisas e simples, já que, desse modo, maior será a refutabilidade e, conseqüentemente, maior a chance de aprendermos com nossos erros.

No entanto, não se deve confundir refutabilidade com refutação: a lei mais precisa, simples ou geral pode não ser bem-sucedida no teste e terminar substituída por uma lei menos geral (ou menos simples ou precisa). A avaliação das teorias só estará completa após os resultados dos testes. Na realidade, o que definirá o destino de uma teoria será o seu grau de corroboração.

É importante compreender, porém, que há uma ligação entre a refutabilidade e a corroboração: quanto maior a refutabilidade de uma teoria, maior o número de acontecimentos que ela “proíbe” e maior a variedade e severidade dos testes a que ela pode ser submetida. Conseqüentemente, maior o grau de corroboração adquirido se a teoria passar pelos testes.

A conclusão é que teorias mais refutáveis possuem maior potencial de corroboração – embora uma teoria só alcance de fato um alto grau de corroboração se, além de altamente refutável, ela também passar com sucesso por testes severos.

A refutabilidade nos dá, então, um critério *a priori* para a avaliação de teorias: se quisermos o progresso do conhecimento, devemos buscar teorias cada vez mais refutáveis (gerais, precisas e simples). A seguir, devemos submetê-las aos testes mais rigorosos possíveis. Temos assim um critério de progresso: teorias mais refutáveis representam um avanço sobre teorias menos refutáveis – desde que as primeiras sejam corroboradas e não refutadas.

Popper está, na realidade, propondo um objetivo para a ciência: a busca de teorias de maior refutabilidade e, conseqüentemente, de maior conteúdo empírico, mais informativas e mais testáveis. Estas são, também, as teorias mais gerais, simples, precisas, com maior poder explicativo e preditivo e, ainda, com maior potencial de corroboração. É através dessa busca que iremos aumentar a chance de aprendermos com nossos erros.

Finalmente, o conceito de refutabilidade pode ser usado também para resolver o problema da demarcação, isto é, o problema de como podemos distinguir hipóteses científicas de hipóteses não científicas.

Para o positivismo, uma hipótese seria científica se ela pudesse ser verificada experimentalmente. No entanto, as críticas à indução mostram que essa comprovação é problemática. Popper sugere então que uma hipótese ou teoria seja considerada científica quando puder ser refutada. Teorias que podem explicar e prever eventos observáveis são refutáveis: se o evento não ocorrer, a teoria é falsa. Já teorias irrefutáveis (do tipo “vai chover ou não amanhã”) não têm qualquer caráter científico, uma vez que não fazem previsões, não têm poder explanatório, nem podem ser testadas experimentalmente.

2.3 Verdade e corroboração

A idéia de verdade tem, para Popper, um papel importante em sua metodologia, funcionando como um princípio regulador que guia a pesquisa científica, já que “a própria idéia de erro (...) implica a idéia de uma verdade objetiva que podemos deixar de alcançar” (Popper, 1972, p. 252).

A definição de verdade usada por Popper é a de correspondência com os fatos. Este seria o sentido de verdade para o senso comum, para a ciência ou para um julgamento em um tribunal: quando uma testemunha jura que fala a verdade ao ter visto o réu cometer o crime, por exemplo, espera-se que ela tenha, de fato, visto o réu cometer o crime.

Não se deve confundir, porém, a idéia ou a definição de verdade com um critério de verdade. Temos idéia do que significa dizer que “é verdade que a

sacarina provoca câncer”, embora os testes para determinar se isto de fato acontece (os critérios de verdade) não sejam conclusivos.

Em certos casos é até possível compreender a idéia de verdade sem que seja possível realizar testes que funcionem como critérios de verdade. Pode-se compreender o enunciado “É verdade que exatamente oito mil anos atrás chovia sobre o local onde era a cidade do Rio de Janeiro”, embora não seja possível imaginar um teste ou observação para descobrir se este enunciado é verdadeiro.

Isso quer dizer que não dispomos de um critério para reconhecer a verdade de quando a encontramos, embora algumas de nossas teorias possam ser verdadeiras – no sentido de correspondência com os fatos. Portanto, embora uma teoria científica possa ter passado por testes severos com sucesso, não podemos descobrir se ela é verdadeira e, mesmo que ela o seja, não temos como saber isso com certeza.

No entanto, segundo Popper (1972), na história da ciência há várias situações em que uma teoria parece se aproximar mais da verdade de que outra. Isto acontece quando uma teoria faz afirmações mais precisas (que são corroboradas); quando explica mais fatos; quando explica fatos com mais detalhes; quando resiste a testes que refutam a outra teoria: quando sugere testes novos, não sugeridos pela outra teoria (e passa com sucesso por estes testes) e quando permite relacionar problemas que antes estavam isolados. Assim, mesmo que consideremos a dinâmica de Newton refutada, ela permanece superior às teorias de Kepler e de Galileu, uma vez que a teoria de Newton explica mais fatos que as de Galileu e Kepler, além de ter maior precisão e de unir problemas (mecânica celeste e terrestre) que antes eram tratados isoladamente.

O mesmo acontece quando comparamos a teoria da relatividade de Einstein com a dinâmica de Newton; ou a teoria da combustão de Lavoisier e a do flogisto; ou quando comparamos as diversas teorias atômicas que se sucederam ao longo da história da ciência ou, ainda, quando comparamos a seqüência de teorias propostas para explicar a evolução dos seres vivos.

Em todos esses casos, o grau de corroboração aumenta quando caminhamos das teorias mais antigas para as mais recentes. Sendo assim, diz Popper, o grau de corroboração poderia indicar que uma teoria se aproxima mais da verdade que outra – mesmo que ambas as teorias sejam falsas. Isto acontece quando o conteúdo-verdade de uma teoria (a classe das conseqüências lógicas e verdadeiras da teoria) for maior que o da outra sem que o mesmo ocorra com o conteúdo falso (a classe de conseqüências falsas de uma teoria). Isto é possível, porque a partir de uma teoria falsa podemos deduzir tanto enunciados falsos como verdadeiros: o enunciado “todos os cisnes são brancos” é falso, mas a conseqüência lógica “todos os cisnes do zoológico do Rio de Janeiro são brancos” pode ser verdadeira. Logo, uma teoria falsa pode conter maior número de afirmações verdadeiras do que outra.

Se isto for possível, a corroboração passa a ser um indicador para uma aproximação da verdade, e o objetivo da ciência passa a ser o de buscar teorias cada vez mais próximas à verdade ou, como diz Popper, com um grau cada vez maior de verossimilhança ou verossimilitude (*verisimilitude* ou, *truthlikeness*, em inglês).

2.4 Crítica das idéias de Popper

Boa parte das críticas das idéias de Popper foram feitas pelos representantes do que pode ser chamado de "A nova filosofia da ciência": Kuhn, Lakatos e Feyerabend. Para Andersson (1994), estas críticas apóiam-se principalmente em dois problemas metodológicos: o primeiro é que os enunciados relatando os resultados dos testes estão impregnados de teorias. O segundo, é que usualmente testamos sistemas teóricos complexos e não hipóteses isoladas, do tipo "todos os cisnes são brancos".

Suponhamos que queremos testar a teoria de Newton, formada pelas três leis do movimento e pela lei da gravidade. Para deduzir uma consequência observável da teoria (uma previsão), precisamos acrescentar à teoria uma série de hipóteses auxiliares, a respeito, por exemplo, da estrutura do sistema solar e de outros corpos celestes. Assim, para fazer a previsão a respeito da volta do famoso cometa - depois chamado cometa de Halley -, 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 (as chamadas condições iniciais). Além disso, ele desprezou certos dados considerados irrelevantes (a influência de Júpiter foi considerada pequena demais para influenciar de forma sensível o movimento do cometa). Por isso, se a previsão de Halley não tivesse sido cumprida (o cometa voltou no mês e ano previsto), não se poderia afirmar que a teoria de Newton foi refutada: poderia ter havido um erro nas condições iniciais ou nas chamadas hipóteses auxiliares. Isto significa que, quando uma previsão feita a partir de uma teoria fracassa, podemos dizer apenas que pelo menos uma das hipóteses do conjunto formado pelas leis de Newton, condições iniciais e hipóteses auxiliares é falsa - mas não podemos apontar qual delas foi responsável pelo fracasso da previsão: pode ter havido um erro nas medidas da órbita do cometa ou então a influência de Júpiter não poderia ser desprezada.

Esta crítica também foi formulada pela primeira vez por Pierre Duhem, que diz:

O físico nunca pode submeter uma hipótese isolada a um teste experimental, mas somente todo um conjunto de hipóteses. Quando o experimento se coloca em desacordo com a predição, o que ele aprende é que pelo menos uma das hipóteses do grupo é inaceitável e tem de ser modificada; mas o experimento não indica qual delas deve ser mudada (1954, p. 187).

Duhem resume então o que é hoje designado como tese de Duhem: "Um experimento em Física não pode nunca condenar uma hipótese isolada mas apenas todo um conjunto teórico" (1954, p. 183).

Na realidade, mais de uma teoria - e até todo um sistema de teorias - pode estar envolvido no teste de uma previsão. Isto porque, teorias científicas gerais, com grande amplitude, como a teoria de Newton, só podem ser testadas com auxílio de teorias mais específicas, menos gerais.

As quatro leis de Newton, juntamente com os conceitos fundamentais da teoria (massa, gravidade etc.) formam o que se pode chamar de núcleo central ou suposições fundamentais da teoria. Este núcleo precisa ser enriquecido com um conjunto de "miniteorias" acerca da estrutura do sistema solar. Este conjunto constitui um modelo simplificado do sistema solar, onde se considera, por exemplo, que somente forças gravitacionais são relevantes e que a atração entre planetas é muito pequena comparada com a atração do Sol.

Se levarmos em conta que os dados científicos são registrados com instrumentos construídos a partir de teorias, podemos compreender que o que está sendo testado é, na realidade, uma teia complexa de teorias e hipóteses auxiliares e a refutação pode indicar apenas que algo está errado em todo esse conjunto.

Isto significa que a teoria principal (no caso a teoria de Newton) não precisa ser modificada. Podemos, em vez disso, modificar uma das hipóteses auxiliares. Um exemplo clássico dessa situação ocorreu quando astrônomos calcularam a órbita do planeta Urano com auxílio da teoria de Newton e descobriram que esta órbita não concordava com a órbita observada. Havia, portanto, o que chamamos em filosofia da ciência, de uma anomalia, isto é, uma observação que contradiz uma previsão.

Como vimos, dois astrônomos, Adams e Le Verrier, imaginaram, então, que poderia haver um planeta desconhecido que estivesse alterando a órbita de Urano. Eles modificaram, portanto, uma hipótese auxiliar - a de que Urano era o último planeta do sistema solar. Calcularam então a massa e a posição que o planeta desconhecido deveria ter para provocar as discrepâncias entre a órbita prevista e a órbita observada. Um mês depois da comunicação de seu trabalho, em 23 de setembro de 1846, um planeta com as características previstas - Netuno - foi observado. Neste caso, o problema foi resolvido alterando-se uma das hipóteses auxiliares, ao invés de se modificar uma teoria newtoniana.

Em outra situação bastante semelhante - uma diferença entre a órbita prevista e a órbita observada do planeta Mercúrio -, Le Verrier se valeu da mesma estratégia, postulando a existência de um planeta, Vulcano, mais próximo do Sol do que Mercúrio. Mas nenhum planeta com as características previstas foi encontrado. Neste caso, o problema somente pôde ser resolvido com a substituição da teoria de Newton pela teoria da relatividade - nenhuma mudança nas hipóteses auxiliares foi capaz de resolver o problema, explicando a anomalia.

A partir daí, vários filósofos da ciência – principalmente Kuhn, Lakatos e Feyerabend – consideram que nem Popper nem os indutivistas resolveram adequadamente o problema de como testar um sistema complexo de teorias, formado pela teoria principal e pelas teorias e hipóteses auxiliares envolvidas no teste. Para esses filósofos, é sempre possível fazer alterações nas hipóteses e teorias auxiliares quando uma previsão não se realiza. Desse modo, podemos sempre reconciliar uma teoria com a observação, evitando assim que ela seja refutada. Fica difícil, então, explicar, dentro da metodologia falsificacionista de Popper quando uma teoria deve ser considerada refutada e substituída por outra.

Para apoiar essas críticas, Kuhn, Lakatos e Feyerabend buscam apoio na história da ciência, que, segundo eles, demonstraria que os cientistas não abandonam teorias refutadas. Em vez disso, eles modificam as hipóteses e teorias auxiliares de forma a proteger a teoria principal contra refutações.

Outra crítica parte da idéia de que os enunciados de testes (que relatam resultados de uma observação ou experiência), estão impregnados de teorias auxiliares e, por isso, não podem servir como apoio para a refutação da teoria que está sendo testada. Se os testes dependem de teoria, eles são falíveis e sempre podem ser revistos – não constituindo, portanto, uma base empírica sólida para apoiar confirmações ou refutações.

Embora Popper admita a falibilidade dos resultados de um teste, ele não nos diz quando um teste deve ser aceito como uma refutação da teoria. Popper não teria resolvido, na prática, o chamado “problema da base empírica”: a solução de Popper seria válida apenas no nível lógico, mas não teria qualquer utilidade no nível metodológico.

Outro tipo de crítica envolve a ligação entre as idéias de corroboração e verossimilidade. Para Popper, a corroboração seria o indicador (conjectural) da verossimilidade: teorias mais corroboradas seriam também mais próximas da verdade.

O problema é que a corroboração indica apenas o sucesso passado de uma teoria, enquanto a avaliação da verossimilância de duas teorias implica uma previsão acerca do sucesso futuro da teoria: se uma teoria está mais próxima da verdade do que outra ela seria também mais confiável, funcionando como um guia melhor para nossas previsões. Neste caso, porém, a ligação entre corroboração e verossimilidade parece depender de um raciocínio indutivo: a partir do sucesso passado de uma teoria estimamos seu sucesso futuro (Lakatos, 1970; Watkins, 1984). Sendo assim, os argumentos de Popper estariam sujeitos às críticas à indução feitas por Hume.

Além disso, para que uma teoria tenha maior verossimilidade que outra, é necessário que haja um aumento no conteúdo de verdade (o conjunto de previsões não refutadas), sem que haja também um aumento de conteúdo de falsidade (o conjunto de previsões refutadas). No entanto, Miller (1974a; 1974b) e Tichý (1974) demonstraram que quando duas teorias são falsas, tanto o

conteúdo de verdade como o de falsidade crescem com o conteúdo das teorias (o único caso em que isso não ocorre seria o caso em que uma das duas teorias é verdadeira). Sendo assim, é impossível comparar quanto à verossimilância duas teorias que podem ser falsas.

Uma solução para este problema consiste em propor critérios de avaliação de teorias que não dependam da verossimilância, como fez Watkins (1984); outra solução é corrigir e reformular o conceito de verossimilância, de modo que ele sirva como um objetivo da ciência como procuram fazer vários filósofos (Brink & Heidema, 1987; Burger & Heidema, 1994; Kuipers, 1987; Niiniluoto, 1984, 1987; Oddie, 1986; para críticas a essa tentativa, ver Miller, 1994).

3. A filosofia de Thomas Kuhn

Em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, publicado originalmente em 1962, o filósofo Thomas Kuhn (1922-1996), critica a visão da ciência proposta tanto pelos positivistas lógicos como pelo racionalismo crítico popperiano, demonstrando que o estudo da história da ciência dá uma visão da ciência e do seu método diferente da que foi proposta por essas escolas.

Logo após a primeira edição de seu livro, Kuhn foi criticado por ter defendido uma visão relativista da ciência, ao negar a existência de critérios objetivos para a avaliação de teorias e ao defender uma forte influência de fatores psicológicos e sociais nessa avaliação.

Na segunda edição do livro (1970b) – no pós-fácio – e em outros trabalhos (1970a, 1971, 1977, 1979, 1987, 1990), Kuhn defendeu-se das críticas, afirmando que tinha sido mal interpretado: “Meus críticos respondem às minhas opiniões com acusações de irracionalidade e relativismo [...] Todos são rótulos que rejeito categoricamente [...]” (1970a, p.234).

No entanto, à medida que procurava se explicar melhor, Kuhn foi também reformulando muitas de suas posições originais. Para alguns filósofos da ciência, como Newton-Smith (1981), essas mudanças foram tantas, que fica difícil dizer “se um racionalista deveria negar tudo que Kuhn diz” (p. 103).

Em seu primeiro livro (1957), Kuhn propõe-se a discutir as causas da Revolução Copernicana, que ocorreu quando a teoria heliocêntrica de Copérnico substituiu o sistema geocêntrico de Ptolomeu. Para Kuhn, o fato de que teorias aparentemente bem confirmadas são periodicamente substituídas por outras refuta a tese positivista de um desenvolvimento indutivo e cumulativo da ciência. Contrariamente ao falsificacionismo de Popper, porém, Kuhn acha que uma simples observação incompatível com uma teoria não leva um cientista a abandonar essa teoria, substituindo-a por outra. Para ele, a história da ciência demonstra que esta substituição (chamada “revolução científica”) não é – e não poderia ser – tão simples como a lógica falsificacionista indica. Isso porque uma observação nunca é absolutamente incompatível com uma teoria.

Na realidade, uma teoria "falsificada" não precisa ser abandonada, mas pode ser modificada de forma a se reconciliar com a suposta refutação. Mas, neste caso, por que os cientistas às vezes tentam modificar a teoria e, outras vezes, como no caso de Copérnico, introduzem uma nova teoria completamente diferente? O objetivo central de Kuhn é, portanto, o de explicar por que "os cientistas mantêm teorias apesar das discrepâncias e, tendo aderido a ela, por que elas as abandonam?" (Kuhn, 1957, p. 76). Em outras palavras, Kuhn vai tentar explicar como a comunidade científica chega a um consenso e como esse consenso pode ser quebrado. (Além de livros e artigos do próprio Kuhn, podem ser consultados, entre muitos outros, os seguintes trabalhos: Andersson, 1994; Chalmers, 1982; Gutting, 1980; Hoyningen-Huene, 1993; Kitcher, 1993; Lakatos & Musgrave, 1970; Laudan, 1984, 1990; Newton-Smith, 1981; Oldroyd, 1986; Scheffler, 1967; Siegel, 1987; Stegmüller, 1983; Watkins, 1984.)

3.1 O conceito de paradigma

Para Kuhn, a pesquisa científica é orientada não apenas por teorias, no sentido tradicional deste termo (o de uma coleção de leis e conceitos), mas por algo mais amplo, o paradigma, uma espécie de "teoria ampliada", formada por leis, conceitos, modelos, analogias, valores, regras para a avaliação de teorias e formulação de problemas, princípios metafísicos (sobre a natureza última dos verdadeiros constituintes do universo, por exemplo) e ainda pelo que ele chama de "exemplares", que são "soluções concretas de problemas que os estudantes encontram desde o início de sua educação científica, seja nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos" (Kuhn, 1970b, p. 232).

Kuhn cita como exemplos de paradigmas, a mecânica newtoniana, que explica a atração e o movimento dos corpos pelas leis de Newton; a astronomia ptolomaica e copernicana, com seus modelos de planetas girando em torno da Terra ou do Sol e as teorias do flogisto e do oxigênio, que explicam a combustão e a calcinação de substâncias pela eliminação de um princípio inflamável – o flogisto – ou pela absorção de oxigênio, respectivamente. Todas essas realizações científicas serviram como modelos para a pesquisa científica de sua época, funcionando também, como uma espécie de "visão do mundo" para a comunidade científica, determinando que tipo de leis são válidas; que tipo de questões devem ser levantadas e investigadas; que tipos de soluções devem ser propostas; que métodos de pesquisa devem ser usados e que tipo de constituintes formam o mundo (átomos, elétrons, flogisto etc.).

A força do paradigma seria tanta que ele determinaria até mesmo como um fenômeno é percebido pelos cientistas: quando Lavoisier descobriu o oxigênio, ele passou a "ver" oxigênio onde, nos mesmos experimentos, Priestley e outros cientistas defensores da teoria do flogisto viam "ar deflogistado". Enquanto Aristóteles olhava para uma pedra balançando amarrada em um fio e "via" um

corpo pesado tentando alcançar seu lugar natural, Galileu "via" um movimento pendular (Kuhn, 1970b).

Para Kuhn, a força de um paradigma viria mais de seus exemplares do que de suas leis e conceitos. Isto porque os exemplares influenciam fortemente o ensino da ciência. Eles aparecem nos livros-texto de cada disciplina como "exercícios resolvidos", ilustrando como a teoria pode ser aplicada para resolver problemas (mostrando, por exemplo, como as leis de Newton são usadas para calcular a atração gravitacional que a Terra exerce sobre um corpo em sua superfície). São, comumente, as primeiras aplicações desenvolvidas a partir da teoria, passando a servir então como modelos para a aplicação e o desenvolvimento da pesquisa científica. Os estudantes são estimulados a aplicá-los na solução de problemas e também a modificar e estender os modelos para a solução de novos problemas.

Os exemplares são, portanto, a parte mais importante de um paradigma para a apreensão dos conceitos científicos e para estabelecer que problemas são relevantes e de que modo devem ser resolvidos. Desse modo, eles determinam o que pode ser considerado uma solução cientificamente aceitável de um problema, ajudando ainda a estabelecer um consenso entre os cientistas e servindo como guias para a pesquisa.

Após ter sido criticado por usar o termo paradigma de modo bastante vago (Masterman, 1970), Kuhn afirmou, no postácio de *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1970b), que ele preferia usar o termo paradigma nos sentido mais estrito, de exemplares. Apesar disso, o termo paradigma continuou a ser usado em sentido amplo pela maioria dos filósofos da ciência e o próprio Kuhn reconheceu ter perdido o controle sobre este termo.

Além disso, como durante as mudanças de paradigma (o termo será usado aqui em sentido amplo, salvo observação em contrário) há também mudanças na teoria que compõe o paradigma, Kuhn muitas vezes fala indistintamente em "substituir uma teoria ou um paradigma" (1970b).

3.2 A ciência normal

A força de um paradigma explicaria por que as revoluções científicas são raras: em vez de abandonar teorias refutadas, os cientistas se ocupam, na maior parte do tempo, com o que Kuhn chama "ciência normal", que é a pesquisa científica orientada por um paradigma e baseada em um consenso entre especialistas.

Nos períodos de ciência normal, todos os problemas e soluções encontradas têm de estar contidos dentro do paradigma adotado. Os cientistas se limitariam a resolver enigmas (*puzzles*). Este termo é usado para indicar que, na ciência normal, as "anomalias" (resultados discrepantes) que surgem na pesquisa são tratados como enigmas ou quebra-cabeças (*puzzles*), do tipo encontra-

do nos jogos de encaixar figuras ou nas palavras cruzadas: a dificuldade de achar a palavra ou a peça certa deve-se à nossa falta de habilidade e não (provavelmente) a um erro na construção ou nas regras do jogo. Do mesmo modo, os problemas não resolvidos e os resultados discrepantes não ameaçam a teoria ou o paradigma: o máximo que o cientista poderá fazer é contestar e modificar alguma hipótese auxiliar, mas não a teoria principal ou o paradigma.

Na ciência normal não há, portanto, experiências refutadoras de teorias, nem grandes mudanças no paradigma. Essa adesão ao paradigma, no entanto, não impede que haja descobertas importantes na ciência normal, como aconteceu, por exemplo, na descoberta de novos elementos químicos previstos pela tabela periódica (Kuhn, 1977). É um progresso, porém, que deixa as regras básicas do paradigma inalteradas, sem mudanças fundamentais.

Essa adesão seria importante para o avanço da ciência, uma vez que se o paradigma fosse abandonado rapidamente, na primeira experiência refutadora, perderíamos a chance de explorar todas as sugestões que ele abre para desenvolver a pesquisa. Uma forte adesão ao paradigma permite a prática de uma pesquisa detalhada, eficiente e cooperativa.

3.3 Crise e mudança de paradigma

Há períodos na história da ciência em que teorias científicas de grande amplitude são substituídas por outras, como ocorreu na passagem da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio de Lavoisier; do sistema de Ptolomeu para o de Copérnico, ou da física de Aristóteles para a de Galileu.

Nestes períodos, chamados de "Revoluções Científicas", ocorre uma mudança de paradigma: novos fenômenos são descobertos, conhecimentos antigos são abandonados e há uma mudança radical na prática científica e na "visão de mundo" do cientista. Segundo Kuhn, "embora o mundo não mude com a mudança de paradigma, depois dela o cientista passa a trabalhar em um mundo diferente" (1970b, p. 121).

Para Kuhn, a ciência só tem acesso a um mundo interpretado por uma linguagem ou por paradigmas: nada podemos saber a respeito do mundo independentemente de nossas teorias. Ele rejeita a idéia de que possamos construir teorias verdadeiras ou mesmo cada vez mais próximas à verdade (Kuhn, 1970a; 1970b; 1977).

Pelo mesmo motivo, seria impossível estabelecer uma distinção entre conceitos observáveis – que se referem a fenômenos observáveis, não influenciados por teorias – e conceitos teóricos, que se referem a fenômenos não observáveis (como campo ou elétron), construídos com auxílio de teorias.

Kuhn compara as mudanças no modo de observar um fenômeno durante as revoluções científicas a mudanças de *Gestalt*, que ocorrem holisticamente: por exemplo, quando certas figuras ambíguas podem ser vistas de modos

diferentes, como um coelho ou um pato (figura 1): "O que eram patos no mundo do cientista antes da revolução passam a ser coelhos depois dela" (Kuhn, 1970b, p. 111).

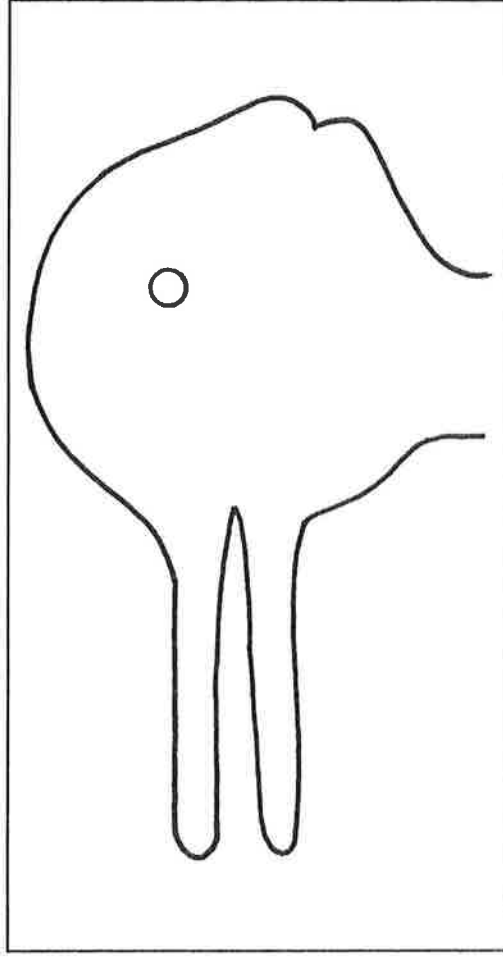


Figura 1. Coelho ou pato?

Como nenhuma teoria ou paradigma resolve todos os problemas, há sempre anomalias que, aparentemente, poderiam ser solucionadas pelo paradigma, mas que nenhum cientista consegue resolver.

Um exemplo de anomalia ocorreu quando Herschel, utilizando um novo e melhor telescópio, observou que Urano – considerado como uma estrela na época – não era puntiforme, como uma estrela, mas tinha a forma de um disco. Outra anomalia ocorreu quando Herschel observou que Urano movia-se ao longo do dia entre as estrelas, em vez de permanecer fixo, como elas. Herschel achou que Urano era um cometa, até que outros astrônomos observaram que Urano tinha uma órbita quase circular em volta do Sol, como fazem os planetas. A forma e o movimento de Urano eram, portanto, anomalias que não se encaixavam na percepção original de que Urano era uma estrela.

Ao mesmo tempo, Kuhn fala que algumas anomalias são "significativas" ou "essenciais", ou ainda que elas são "contra-exemplos", no sentido de que podem lançar dúvidas sobre a capacidade do paradigma de resolver seus problemas e gerando com isso uma crise (1970a, 1970b, 1977, 1979). O problema então é descobrir o que levaria uma anomalia a parecer "algo mais do que um novo quebra-cabeças da ciência normal" (1970b, p. 81).

Tudo o que Kuhn apresenta (1970b, 1977, 1979), porém, são indícios de alguns fatores que poderiam estimular os cientistas a considerar uma ou mais anomalias como significativas: uma discrepância quantitativamente significativa entre o previsto e o esperado; um acúmulo de anomalias sem resolução; uma anomalia que, apesar de parecer sem importância, impeça uma aplicação prática (a elaboração de um calendário, por exemplo, no caso da astronomia ptolomaica); uma anomalia que resiste por muito tempo, mesmo quando atacada pelos melhores especialistas da área (como as anomalias na órbita de Urano, que levaram à descoberta de Netuno ou as discrepâncias residuais na astronomia de Ptolomeu); ou ainda um tipo de anomalia que aparece repetidas vezes em vários tipos de teste.

Do momento em que a ciência normal produziu uma ou mais anomalias significativas, alguns cientistas podem começar a questionar os fundamentos da teoria aceita no momento. Eles começam a achar que “algo está errado com o conhecimento e as crenças existentes” (1977, p. 235). Surge uma desconfiância nas técnicas utilizadas e uma sensação de insegurança profissional. Neste ponto, Kuhn diz que a disciplina em questão está em “crise” (1970b, 1977).

A crise é gerada se o cientista levar a sério as anomalias e “perder a fé” no paradigma: para Kuhn, a revolução copernicana aconteceu porque problemas não resolvidos levaram Copérnico a perder a fé na teoria ptolomaica (Kuhn, 1957).

A crise pode ser resolvida de três formas: as anomalias são resolvidas sem grandes alterações na teoria ou no paradigma; as anomalias não interferem na resolução de outros problemas e, por isso, podem ser deixadas de lado; a teoria ou o paradigma em crise é substituído por outro capaz de resolver as anomalias.

A única explicação para o que irá acontecer parece ser psicológica: se o cientista acredita no paradigma, ele tenta resolver a anomalia sem alterá-lo, modificando, no máximo, alguma hipótese auxiliar. Se “perdeu a fé” no paradigma, ele pode tentar construir outro paradigma capaz de resolver a anomalia.

3.4 A tese da incomensurabilidade

Em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn parece defender a tese de que é impossível justificar racionalmente nossa preferência por uma entre várias teorias: é a tese da incomensurabilidade.

A incomensurabilidade decorre das mudanças radicais que ocorrem durante uma revolução científica: mudanças no significado do conceito; na forma de ver o mundo ou de interpretar os fenômenos e nos critérios para selecionar os problemas relevantes, nas técnicas para resolvê-los e nos critérios para avaliar teorias.

Assim, como comparar teorias ou paradigmas, se os cientistas que aderem a paradigmas ou teorias diferentes têm visões diferentes do mesmo fenômeno (onde um vê o flogisto o outro vê oxigênio) ou, colocando de forma ainda mais radical, se o mundo muda com o paradigma (antes da descoberta de Herschel havia uma estrela onde agora há um planeta)?

Outra questão, é que os problemas que exigiam soluções dentro de um paradigma podem ser abandonados como obsoletos na visão de outro paradigma – o mesmo acontecendo com o tipo de solução escolhida. Conseqüentemente, durante uma revolução científica há ganhos mas também há perdas na capacidade de explicação e previsão: a teoria nova explica alguns fatos que a teoria antiga não explica, mas esta continua a explicar fatos que a teoria nova não é capaz de explicar. Nesta situação, torna-se problemático afirmar que uma das teorias é superior a outra. Esta tese é conhecida como “a perda de Kuhn” (“*Kuhn-loss*”) (Watkins, 1984, p. 214).

A incomensurabilidade existiria também devido a uma dificuldade de tradução entre os conceitos e enunciados de paradigmas diferentes. Nas revoluções científicas ocorrem mudanças no significado de alguns conceitos fundamentais, de modo que cada comunidade científica passa a usar conceitos diferentes – mesmo que as palavras sejam as mesmas.

Isto quer dizer que, embora os conceitos do paradigma antigo continuem a ser usados, eles adquirem um significado diferente: o conceito de massa na teoria da relatividade, por exemplo, seria diferente do conceito de massa na mecânica newtoniana. O mesmo acontece com o conceito de planeta na teoria de Ptolomeu e na teoria de Copérnico.

Os enunciados (leis e hipóteses) teriam então de ser traduzidos de um paradigma para outro. Mas, na ausência de uma linguagem neutra (independente de teorias ou paradigmas) a tradução não pode ser feita sem perda de significado.

Finalmente, como veremos depois, a incomensurabilidade decorre também do fato de que cada cientista pode atribuir pesos diferentes a cada um dos critérios para a avaliação de teorias (poder preditivo, simplicidade, amplitude etc.) ou então interpretá-los de forma diferente – sem que se possa dizer qual o peso ou a interpretação correta. Além disso, a própria escolha desses critérios não pode ser justificada objetivamente – por algum algoritmo lógico ou matemático, por exemplo.

Diante da dificuldade – ou mesmo da impossibilidade – de uma escolha entre teorias ou paradigmas, não é de estranhar que Kuhn dê a entender que a aceitação do novo paradigma não se deva – ou, pelo menos, não se deva apenas – a recursos lógicos ou a evidências experimentais, mas à capacidade de persuasão ou à “propaganda” feita pelos cientistas que defendem o novo paradigma. Na falta de argumentos e critérios objetivos de avaliação esta aceitação ocorreria através de uma espécie de “conversão” de novos adeptos – ou então à medida

que aqueles que se recusam a aceitar o novo paradigma fossem morrendo (1970b).

Em obras posteriores, porém, (1970a, 1977, 1983) e no posfácio à obra original (1970b), ele passou a afirmar que nem todos os conceitos mudam de sentido durante as mudanças de teorias ou paradigmas: há apenas uma "incomensurabilidade local", em que a mudança de sentido afeta "apenas um pequeno subgrupo de termos" (1983, pp. 670-671).

Neste caso, haveria uma incomunicabilidade apenas parcial entre os defensores de paradigmas diferentes e o potencial empírico de teorias "incomensuráveis" poderia ser comparado, uma vez que essas teorias têm interseções empíricas que podem ser mutuamente incompatíveis. Assim, embora o conceito de planeta tenha mudado na passagem da teoria de Ptolomeu para a de Copérnico, as previsões de cada teoria sobre as posições planetárias podem ser feitas com instrumentos apropriados, que medem os ângulos entre os planetas e as estrelas fixas. O resultado dessas medidas pode se revelar incompatível com alguma dessas previsões. Neste caso, a comparação entre teorias pode ser feita porque algumas das previsões empíricas não se valem dos conceitos incomensuráveis.

3.5 A avaliação das teorias

As razões fornecidas por Kuhn para escolher a melhor entre duas teorias não diferem, segundo ele próprio, das linhas tradicionais da filosofia da ciência. Sem pretender dar uma linha completa, Kuhn seleciona "cinco características de uma boa teoria científica [...]: exatidão, consistência, alcance, simplicidade e fecundidade" (1977, p. 321).

A exatidão, para Kuhn, significa que as previsões deduzidas da teoria devem ser qualitativa e quantitativamente exatas, isto é, as "conseqüências da teoria devem estar em concordância demonstrada com os resultados das experimentações e observações existentes" (1977, p. 321).

A exigência de consistência significa que a teoria deve estar livre de contradições internas e ser considerada compatível com outras teorias aceitas no momento.

Quanto ao alcance, é desejável que ela tenha um amplo domínio de aplicações, isto é, que suas conseqüências estendam-se "além das observações, leis ou subteorias particulares para as quais ela esteja projetada em princípio" (1977, p. 321). Isso significa que uma teoria deve explicar fatos ou leis diferentes daqueles para os quais foi construída.

A simplicidade pode ser caracterizada como a capacidade que a teoria tem de unificar fenômenos que, aparentemente, não tinham relação entre si. Uma boa teoria deve ser capaz de organizar fenômenos que, sem ela, permaneceriam isolados uns dos outros.

A fecundidade implica que a teoria deve "desvendar novos fenômenos ou relações anteriormente não verificadas entre fenômenos já conhecidos" (1977, p. 322). Ela deve ser uma fonte de novas descobertas; deve ser capaz de orientar a pesquisa científica de forma produtiva.

Além dessas razões, Kuhn cita, ocasionalmente, o poder explanatório (outro conceito comum na filosofia tradicional), a plausibilidade e a capacidade da teoria de definir e resolver o maior número possível de problemas teóricos e experimentais, especialmente do tipo quantitativo (1977).

A plausibilidade significa, para Kuhn, que as teorias devem ser "compatíveis com outras teorias disseminadas no momento" (1970b, p. 185).

Em relação à capacidade de resolver problemas, Kuhn é mais explícito: além de resolver os problemas que deflagram a crise com mais precisão que o paradigma anterior, "o novo paradigma deve garantir a preservação de uma parte relativamente grande da capacidade objetiva de resolver problemas conquistada pela ciência com o auxílio dos paradigmas anteriores" (Kuhn, 1970b, p. 169).

Além disso, Kuhn inclui também na capacidade de resolver problemas, a habilidade de uma teoria de prever fenômenos que, da perspectiva da teoria antiga, são inesperados (Kuhn, 1970b, 1977).

Kuhn reconhece que o poder explanatório, a plausibilidade e, principalmente, a capacidade de resolver problemas, podem ser deduzidos dos valores anteriores. Mas não tem a preocupação de avaliar a coerência ou a redundância desses critérios, uma vez que atribui um peso muito menor a eles do que os filósofos tradicionais.

Para Kuhn, esses critérios não são conclusivos, isto é, não são suficientes para forçar uma decisão unânime por parte da comunidade científica. Por isso, ele prefere usar o termo "valores" em vez de "critérios". Isso acontece por vários motivos. Em primeiro lugar, valores como a simplicidade, por exemplo, podem ser interpretados de formas diferentes, provocando uma discordância entre qual das teorias é de fato mais simples. Além disso, um valor pode se opor a outro: uma teoria pode ser superior em relação a determinado valor, mas inferior em relação a outro: "uma teoria pode ser mais simples e outra mais precisa" (Kuhn, 1970a, p. 258). Neste caso, seria necessário atribuir pesos relativos a cada valor – mas esta atribuição não faz parte dos valores compartilhados pela comunidade. Na realidade, cada cientista pode atribuir um peso diferente a cada valor.

Além disso, embora esses valores possam servir para persuadir a comunidade científica a aceitar um paradigma, eles não servem para justificar a teoria – no sentido de que ela seria mais verdadeira que outra. Para Kuhn, não há ligação entre os valores e a verdade de uma teoria (ou de sua verossimilitude).

Finalmente, Kuhn não vê como justificar estes valores, a não ser pelo fato de que esses são os valores compartilhados pela comunidade científica: "Que melhor critério poderia existir do que a decisão de um grupo de cientistas?"

(1970b, p. 170). A justificativa para a aceitação desses critérios passa a ser, portanto, a opinião da comunidade científica que trabalha com o paradigma em questão.

Kuhn sustenta que, do momento em que a escolha de teorias não é completamente determinada pelos valores compartilhados da comunidade científica (simplicidade, precisão etc.), nem pode ser determinada (provada ou refutada) por uma base empírica, outros fatores, que variam de indivíduo para indivíduo, influem nessa escolha: experiência profissional, convicções religiosas e filosóficas, certos traços da personalidade (timidez, espírito de aventura etc.) (1970a, 1970b, 1977).

Para Kuhn esta indeterminação é útil para o desenvolvimento da ciência: como nenhuma teoria é comprovada ou refutada conclusivamente, qualquer decisão de escolha implica um risco. Por isso, seria interessante que alguns cientistas não abandonassem uma teoria prematuramente. É importante que alguns escolham a teoria nova e outros mantenham a adesão à teoria antiga: somente assim o potencial das duas teorias poderá ser desenvolvido à exaustão.

A partir dessas conclusões, Kuhn ataca outra tese admitida por positivistas lógicos e racionalistas críticos – a de que há uma diferença entre o contexto da descoberta e o da justificativa de uma teoria. Para Kuhn, uma vez que fatores individuais e psicológicos – que poderiam participar apenas do contexto da descoberta para os filósofos tradicionais – podem e devem participar da avaliação de teorias, a diferença entre os dois contextos se dissolve.

No entanto, ao mesmo tempo que chama a atenção para fatores subjetivos de avaliação, Kuhn acha que na “conversão” de toda uma comunidade ao novo paradigma os argumentos baseados na capacidade da nova teoria de resolver problemas são decisivos. Assim, a nova teoria somente será aceita pela comunidade, se ela for capaz de resolver as anomalias significativas que levaram à crise e se for capaz, também, de resolver uma grande parte dos problemas resolvidos pela teoria antiga (1970a).

À medida que os cientistas trabalham para corrigir e desenvolver as teorias, o número de evidências empíricas e argumentos teóricos em favor de uma teoria pode aumentar progressivamente, a ponto de convencer um número cada vez maior de cientistas, até que, eventualmente, toda a comunidade passa a aceitar uma única teoria ou paradigma: o novo consenso restabelece então a volta de uma ciência normal (Kuhn, 1970b).

No entanto, Kuhn argumenta que, embora em alguns casos a resistência à mudança não pareça razoável, não se “encontrará um ponto onde a resistência [ao paradigma vigente] torne-se ilógica ou não científica” (1970b, p. 159).

Esse ponto coloca novamente em questão a objetividade da escolha: se não se pode convencer um cientista por argumentos que sua resistência é ilógica ou não científica, então, para que escolher entre duas ou mais teorias? Por que não

ficar com todas elas – possibilitando o desenvolvimento à exaustão de todos os paradigmas?

3.6 Conclusão

Para Kuhn, o progresso em ciência consiste, principalmente, na maior capacidade de resolver problemas que as novas teorias apresentam em relação às antigas teorias – incluindo-se aí soluções mais precisas e maior número de previsões de dados empíricos. Kuhn parece defender aqui um critério objetivo de progresso. Ao mesmo tempo, porém, afirma que, durante uma mudança de paradigma, há perdas na capacidade de explicar certos fenômenos e na capacidade de reconhecer certos problemas como legítimos – além de um estreitamento no campo da pesquisa (Kuhn, 1977). Mas, se há perdas e ganhos, como aferir o progresso?

O conceito de progresso pode ser avaliado de forma objetiva, se aceitarmos que a ciência se aproxima cada vez mais da verdade. Mas Kuhn considera essa idéia inaceitável e desnecessária, criticando não apenas aquele que defende o aumento da verossimilitude das teorias científicas, mas também uma visão realista da ciência.

Kuhn defende aqui a posição não-realista de que é sem sentido falar de uma realidade absoluta, livre de teorias, uma vez que não temos acesso a essa realidade. Ele considera que esta suposição não é necessária para explicar o sucesso da ciência.

A posição de Kuhn é, claramente, instrumentalista: uma teoria é apenas uma ferramenta para produzir previsões precisas, não tendo qualquer relação com a verdade ou com a verossimilitude. Teorias não são verdadeiras nem falsas, mas eficientes ou não eficientes. É dentro desta visão que Kuhn concebe o progresso científico.

Restam ainda duas questões importantes: Kuhn apresenta boas razões para a avaliação de teorias? Até que ponto as idéias de Kuhn podem ser relativistas?

Em sentido amplo, o relativismo é a tese de que a verdade ou a avaliação de uma teoria, de uma hipótese ou de algo mais amplo (paradigma, sistema conceitual ou mesmo todo o conhecimento) é determinada por (ou é função de) um ou mais dos seguintes fatores ou variáveis: período histórico, interesse de classe, linguagem, raça, sexo, nacionalidade, cultura, convicções pessoais, paradigma, pontos de vista – enfim, por qualquer fator psicossocial, cultural ou pelo sistema de conceitos utilizados. Para o relativismo, todos esses fatores seriam uma barreira intransponível para a objetividade. No caso específico da filosofia da ciência, a tese relativista afirma que não há critérios ou padrões objetivos para avaliar as teorias, uma vez que esses critérios dependem de um ou mais dos fatores acima.

Se a tese for verdadeira, nós estamos, de certa maneira, aprisionados dentro de nosso sistema de conceitos (ou dentro de paradigmas, classes sociais, épocas históricas, linguagem etc.) e, simplesmente, não há um sistema superior, objetivo ou neutro para avaliar nossas idéias. Neste caso, fica comprometida não apenas a possibilidade de avaliação de teorias, mas também a própria idéia de progresso do conhecimento ou da ciência. Afinal, que critério teríamos para afirmar que uma teoria é melhor que outra ou que há progresso ao longo de uma seqüência de teorias?

Embora Kuhn tenha rejeitado o rótulo de relativista, vários filósofos consideram que ele não consegue apresentar boas razões para a escolha de teorias (Andersson, 1994; Bunge, 1985a, 1985b; Lakatos, 1970, 1978; Laudan, 1990; Popper, 1979; Shapere, 1984; Scheffler, 1967; Siegel, 1987; Thagard, 1992; Toulmin, 1970; Trigg, 1980, entre muitos outros).

Como pode, por exemplo, haver progresso, do momento em que a capacidade de resolver problemas é avaliada de forma diferente pelos defensores do paradigma antigo e do novo (para os primeiros pode ter havido mais perdas do que ganhos, enquanto os últimos fazem a avaliação inversa) e do momento em que fatores psicológicos e sociais necessariamente influenciam essa escolha – o que vem a ser justamente a tese relativista?

As teses de Kuhn, principalmente na interpretação mais radical, estimularam um intenso debate. Os filósofos que acreditam que os critérios de avaliação de teorias devem ser objetivos, isto é, devem ser independentes das crenças dos cientistas ou das circunstâncias sociais do momento, procuraram rebater suas teses relativistas, de forma a defender o uso de critérios objetivos para a avaliação das teorias, como fizeram, os seguidores do racionalismo crítico (Andersson, 1994; Bartley, 1984; Miller, 1994; Musgrave, 1993; Radnitzky, 1976, 1987; Watkins, 1984).

Outro grupo parte para a posição oposta, levando as teses relativistas às últimas consequências, como fizeram Paul Feyerabend (1978, 1988) e a Escola de Edimburgo (Barnes, 1974; Bloor, 1976; Collins, 1982; Latour & Woolgar, 1986).

Finalmente, há aqueles que, como Imre Lakatos e Larry Laudan, incorporam em sua filosofia algumas idéias de Kuhn, procurando, no entanto, construir critérios objetivos para a avaliação de teorias (Lakatos, 1970, 1978; Laudan, 1977, 1981, 1984, 1990).

4. Lakatos, Feyerabend e a sociologia do conhecimento

Do mesmo modo que Kuhn, Imre Lakatos (1922-1974) acha que é sempre possível evitar que uma teoria seja refutada fazendo-se modificações nas hipóteses auxiliares. A partir daí, Lakatos procura reformular a metodologia de Popper de forma a preservar a idéia de objetividade e racionalidade da ciência. Já Paul Feyerabend (1924-1994) segue uma linha ainda mais radical do que a de

Kuhn, ao afirmar que não existem normas que garantam o progresso da ciência ou que a diferenciem de outras formas de conhecimento. Finalmente, a sociologia do conhecimento procura demonstrar que a avaliação das teorias científicas é determinada por fatores sociais.

4.1 As idéias de Lakatos

Para ilustrar a tese de que é sempre possível evitar que uma teoria seja refutada fazendo modificações nas hipóteses auxiliares, Lakatos imagina um planeta hipotético que se desvia da órbita calculada pela teoria de Newton. De um ponto de vista lógico, isso seria uma falsificação da teoria. Mas em vez de abandonar a teoria, o cientista pode imaginar que um planeta desconhecido esteja causando o desvio. Mesmo que este planeta não seja encontrado, a teoria de Newton não precisa ser rejeitada. Podemos supor, por exemplo, que o planeta é muito pequeno e não pode ser observado com os telescópios utilizados. Mas vamos supor que o planeta não seja observado com telescópios muito potentes. Podemos supor que uma nuvem de poeira cósmica tenha impedido sua observação. E mesmo que sejam enviados satélites e que estes não consigam detectar a nuvem, o cientista pode dizer ainda que um campo magnético naquela região perturbou os instrumentos do satélite. Desse modo, sempre se pode formular uma nova hipótese adicional, salvando a teoria da refutação. Lakatos mostra assim que “refutações” de teorias podem sempre ser transformadas em anomalias, atribuídas a hipóteses auxiliares incorretas (Lakatos, 1970).

Com exemplos como esse, Lakatos mostra também que, contrariamente a Popper, as teorias científicas são irrefutáveis: “as teorias científicas [...] falham em proibir qualquer estado observável de coisas” (Lakatos, 1970, p. 100).

Para Lakatos, a história da ciência demonstra a tese de que as teorias não são abandonadas, mesmo quando refutadas por enunciados de teste: “oitenta e cinco anos se passaram entre a aceitação do perélio de Mercúrio como anomalia e sua aceitação como falseamento da teoria de Newton” (1970, p. 115).

Além disso, para Lakatos as teorias não são modificadas ao longo do tempo de forma completamente livre: certas leis e princípios fundamentais resistem por muito tempo às modificações (como aconteceu com as leis de Newton, por exemplo). Por isso ele acha que deve haver regras com poder heurístico, que orientam as modificações e servem de guia para a pesquisa científica. Se for assim, a pesquisa científica poderia ser melhor explicada através de uma sucessão de teorias com certas partes em comum: o cientista trabalha fazendo pequenas correções na teoria e substituindo-a por outra teoria ligeiramente modificada. Esta sucessão de teorias é chamada por Lakatos de “programa de pesquisa científica”.

liares, até que a observação esteja em concordância com o núcleo rígido do programa.

Para explicar as mudanças mais radicais, que ocorrem nas revoluções científicas, Lakatos propõe critérios para avaliar todo um programa de pesquisa (Lakatos, 1970, 1978). Para ele, um programa pode ser progressivo ou degenerativo. O programa de pesquisa é progressivo, se: (1) usa sua heurística positiva para mudar as hipóteses auxiliares de modo a gerar previsões novas e inesperadas; (2) se pelo menos algumas destas previsões são corroboradas. Se somente a primeira exigência for atendida, ele é teoricamente progressivo; se a segunda também for satisfeita, ele será empiricamente progressivo.

Um programa será degenerativo se as modificações das hipóteses auxiliares são realizadas apenas para explicar fenômenos já conhecidos ou descobertos por outros programas de pesquisa. As modificações ficam sempre "a reboque" dos fatos, servindo apenas para preservar o núcleo rígido do programa, em vez de prever fatos novos. Neste caso, o programa degenerativo poderá ser abandonado por um programa progressivo (ou mais progressivo) que estiver disponível.

Lakatos concorda aqui com Popper em dois pontos. O primeiro é que a ciência procura aumentar o conteúdo empírico e preditivo de suas teorias, procurando prever fatos novos. O segundo ponto é que, para que haja um aumento de conteúdo, as modificações não devem ser *ad hoc*.

Para Popper, hipóteses *ad hoc* são hipóteses introduzidas para explicar certos resultados que contrariam uma teoria e que não são independentemente testáveis. Isto significa, que essas hipóteses explicam apenas o fato para o qual foram criadas e que não tem nenhuma outra consequência que possa ser testada. As hipóteses *ad hoc* diminuem o grau de falseabilidade ou testabilidade do sistema de teorias e, por isso, não devem ser empregadas.

Lakatos (1970) afirma essencialmente a mesma coisa ao defender que as modificações nas hipóteses auxiliares devem sempre abrir a possibilidade de se realizar novos testes, possibilitando novas descobertas. No caso do movimento irregular do planeta Urano, por exemplo, a modificação nas hipóteses auxiliares levou à realização de novos testes e à descoberta do planeta Netuno, não sendo portanto *ad hoc*. Mas, se o cientista se limitasse a afirmar que esta irregularidade é o movimento natural do planeta Urano, ele estaria se valendo de uma hipótese *ad hoc* (Chalmers, 1982).

Podemos concluir, então, que a recusa de um 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. Assim, é racional recusar um programa, não por causa das refutações ou por sua incapacidade de resolver anomalias e sim quando ele for incapaz de prever fatos novos, fazendo uso de hipóteses *ad hoc*.

A parte que não muda em um programa de pesquisa é chamada de "núcleo rígido do programa" (Lakatos, 1970). O núcleo rígido é formado por um conjunto de leis consideradas irrefutáveis por uma decisão metodológica, uma convenção compartilhada por todos os cientistas que trabalham no programa. Esta decisão metodológica é necessária devido ao problema de Duhem: a falsificação atinge o sistema de hipóteses como um todo, sem indicar qual delas deve ser substituída. Logo, é necessário estabelecer por convenção que certas leis não podem ser mudadas em face de uma anomalia. Esta convenção impede também que os pesquisadores fiquem confusos, "submersos em um oceano de anomalias" (Lakatos, 1970, p. 133).

No caso da mecânica newtoniana, o núcleo rígido é formado pelas três leis de Newton e pela lei da gravitação universal; na genética de populações, encontramos no núcleo a afirmação de que a evolução é uma alteração na frequência dos genes de uma população; na teoria do flogisto, a tese de que a combustão envolve sempre a liberação de flogisto; na astronomia copernicana o núcleo é formado pelas hipóteses de que a Terra e os planetas giram em torno de um Sol estacionário, com a Terra girando em torno de seu eixo no período de um dia (Lakatos, 1970, 1978).

O núcleo rígido é formado, portanto, pelos princípios fundamentais de uma teoria. É ele que se mantém constante em todo o programa de pesquisa, à medida que as teorias são modificadas e substituídas por outras. Se houver mudanças no núcleo, estaremos, automaticamente, diante de um novo programa de pesquisa. Foi isso que ocorreu, por exemplo, na passagem da astronomia ptolomaica para a copernicana ou na mudança da teoria do flogisto para a teoria da combustão pelo oxigênio.

Para resolver as anomalias, isto é, as inadequações entre as previsões da teoria e as observações ou experimentos, o pesquisador tenta sempre modificar uma hipótese auxiliar ou uma condição inicial, em lugar de promover alterações no núcleo. As hipóteses auxiliares e as condições iniciais formam o que Lakatos chama de "cinto de proteção" (1970, p. 133), já que elas funcionam protegendo o núcleo contra refutações. Quando alguma anomalia era observada no sistema de Ptolomeu, por exemplo, procurava-se construir um novo epiciclo para explicar a anomalia. O mesmo teria ocorrido em relação à suposição da existência de um novo planeta (Netuno), com o fim de proteger os princípios básicos da teoria newtoniana.

A regra metodológica de manter intacto o núcleo rígido é chamada "heurística negativa" do programa. Já a "heurística positiva" constitui o conjunto de "sugestões ou palpites sobre como [...] modificar e sofisticar o cinto de proteção refutável" (1970, p. 135). Na heurística positiva estariam, por exemplo, as técnicas matemáticas para a construção dos epiciclos ptolomaicos, as técnicas de observação astronômicas e a construção de "modelos, cada vez mais complicados, que simulam a realidade" (1970, p. 135). Todos esses recursos orientam a pesquisa científica, fornecendo sugestões sobre como mudar as hipóteses auxi-

Aqui está, portanto, a discordância de Lakatos em relação à metodologia falsificacionista de Popper: para Lakatos, um programa de pesquisa nunca é refutado, mas ele pode ser rejeitado quando um programa de pesquisa rival explicar o êxito do programa anterior e demonstrar uma maior “força heurística”, isto é, uma maior capacidade de prever fatos novos (1970). O que conta para Lakatos não são refutações, mas o sucesso na previsão de fatos novos. É isto que explica a superioridade do programa de Copérnico sobre o de Ptolomeu ou do programa de Lavoisier sobre o do flogisto. As revoluções científicas seriam, então, apenas exemplos de um programa de pesquisa progressivo superando um programa degenerativo.

Tudo isso pode parecer bastante claro, se não fosse por uma restrição que Lakatos impõe à avaliação dos programas de pesquisa. Como Lakatos não é um indutivista, ele admite que um programa degenerativo pode, no futuro, se reabilitar, transformando-se em um programa progressivo – e vice-versa. Assim, “é muito difícil decidir [...] quando é que um programa de pesquisa degenerou sem esperança ou quando é que um dentre dois programas rivais consegue uma vantagem decisiva sobre o outro” (1978, p. 113).

Portanto, para Lakatos, um programa de pesquisa degenerativo, que foi abandonado e suplantado por outro, pode sempre ser reabilitado de forma a suplantat seu rival, desde que alguns cientistas continuem trabalhando nele. Assim, qualquer programa de pesquisa pode passar por fases degenerativas e fases progressivas alternadamente, sem que se possa dizer quanto tempo teremos de esperar para que um programa inverta sua tendência progressiva ou degenerativa – afinal, vários séculos se passaram até que uma previsão de Copérnico (a paralaxe das estrelas fixas) fosse corroborada (Chalmers, 1982).

Se a derrota ou a vitória de um programa não são irreversíveis, nunca será irracional aderir a um programa em degeneração – mesmo depois de sua suplantação por um programa rival. Como afirma o próprio Lakatos: “Pode-se racionalmente aderir a um programa degenerativo até que ele seja ultrapassado por um programa rival e mesmo depois disso” (1978, p. 117). Mas então, porque deveríamos preferir um programa progressivo a um degenerativo, ou seja, por que esta escolha seria racional pelos critérios de Lakatos?

A partir daí, muitos filósofos de linhas diferentes (Feyerabend, 1988; Newton-Smith, 1981; Watkins, 1984) concordam que as regras de rejeição de programas de pesquisa fracassam. Como diz Watkins, a única “regra” que Lakatos poderia dar é: “Se se pode dizer, e normalmente não se pode, que P1 [um dos programas rivais] está tendo mais sucesso que P1 [outro programa de pesquisa rival], então pode-se rejeitar P1 ou, se se preferir, continuar a aceitar P1” (1984, p. 159).

Pressionado por estas críticas, ele admite que um programa de pesquisa somente pode ser avaliado retrospectivamente (1978). Neste caso, suas recomendações deixam de ter um caráter normativo, servindo apenas para uma análise histórica *pos-facto*. (Mais sobre Lakatos em Andersson, 1994; Chalmers,

1982; Cohen, Feyerabend & Wartofsky, 1976; Gavroglu, Goudaroulis & Nicolacopoulos, 1989; Howson, 1976; Lakatos, 1968, 1970, 1976, 1978; Newton-Smith, 1981; Radnitzky & Andersson, 1982.)

4.2 As idéias de Feyerabend

Para Feyerabend, a ciência não tem um método próprio nem é uma atividade racional, mas um empreendimento anárquico, onde qualquer regra metodológica já proposta (inclusive as regras da lógica) ou que venha a ser proposta foi violada pelos cientistas – e tem de ser violada para que a ciência possa progredir.

Este progresso ocorre graças a um pluralismo teórico, isto é, o estímulo à proliferação do maior número possível de teorias que competem entre si para explicar os mesmos fenômenos, como veremos adiante.

Feyerabend é, portanto, mais radical do que Kuhn em suas críticas à racionalidade da ciência. Como vimos, Kuhn admite a existência de regras metodológicas (que ele chama de valores) para avaliar teorias científicas (poder preditivo, simplicidade, fecundidade etc.) – embora enfatize que estas regras não forçam uma escolha definida. Já para Feyerabend, não há nenhuma regra capaz de orientar esta avaliação, isto é, capaz de restringir a escolha de teorias. A única forma de explicar determinada escolha é apelar para o que Lakatos chamou de critérios externos à ciência, isto é, de preferências subjetivas, propaganda, fatores sociais e políticos etc.

Feyerabend adota, portanto, uma posição claramente não racionalista, defendendo um relativismo total, um “vale tudo” metodológico e se autodenomina um “anarquista epistemológico” (Feyerabend, 1988).

Feyerabend, como Kuhn e Lakatos, defende a tese de que é importante não abandonar uma teoria em face de refutações, já que enunciados de testes e hipóteses auxiliares sempre podem ser revistos, e que somente assim as teorias podem ser desenvolvidas e melhoradas (1970).

A tese da incomensurabilidade é aceita por Feyerabend em sua forma mais radical: a mudança de um paradigma para outro implica em uma nova visão de mundo, com mudança de significado dos conceitos e com a impossibilidade de se comparar a nova e a antiga teoria.

Contrariamente a Kuhn, Feyerabend não vê lugar algum para critérios objetivos de avaliação: “o que sobra são julgamentos estéticos, julgamentos de gosto, e nossos próprios desejos subjetivos” (1970, p. 228).

Os exemplos da história da ciência são usados por Feyerabend para mostrar que nos casos em que reconhecidamente houve um avanço da ciência, alguma regra metodológica importante ou algum critério de avaliação deixou de ser seguido.

Para resolver problemas que confrontavam a teoria de Copérnico, por exemplo, como a variação no tamanho e brilho dos planetas observados a olho nu, Galileu usou hipóteses *ad hoc*, isto é, hipóteses que não têm nenhuma consequência testável, independentemente do fato para o qual foram criadas – no caso, a hipótese de que as observações a olho nu não são confiáveis. Os adversários de Galileu, que defendiam as teorias de Aristóteles, argumentavam, por sua vez, que o telescópio usado na época produzia distorções. Por isso, para eles, as observações com este instrumento não eram confiáveis.

Do mesmo modo, contra a idéia de que a Terra estava em movimento, os aristotélicos argumentavam que, se isso fosse verdade, um objeto solto no espaço não deveria cair no ponto diretamente abaixo de onde foi solto.

Segundo Feyerabend, Galileu teve de apelar nesses casos para métodos irracionais de convencimento, como o uso de hipóteses *ad hoc*, argumentos falaciosos, técnicas de persuasão e propaganda etc., para proteger teorias que ainda não tinham se desenvolvido plenamente – uma atitude contrária às recomendações do empirismo lógico e do racionalismo crítico.

Ao mesmo tempo em que defende o estímulo à proliferação de teorias (pluralismo teórico), Feyerabend (1970) sugere que cada grupo de cientistas defende sua teoria com tenacidade (princípio da tenacidade). Como não acredita que uma teoria possa ser criticada por testes ou observações independentes de teorias, Feyerabend acha que esta crítica só pode ser feita através da retórica, da propaganda ou com auxílio de outras teorias competidoras. No entanto, como Feyerabend não fornece nenhum critério objetivo para a seleção de teorias, fica difícil compreender como essas recomendações garantiriam algum progresso em direção à verdade ou mesmo na resolução de problemas. Não há razão, portanto, para supor que o pluralismo teórico de Feyerabend leve ao progresso do conhecimento.

Feyerabend procura rebater esta crítica afirmando que a ciência não é superior – nem em relação ao método nem em relação a resultados – a outras formas de conhecimento e que não deve ter qualquer privilégio: se as pessoas que pagam impostos acreditam em coisas como astrologia, bruxaria, criacionismo, parapsicologia etc., então essas teorias deveriam ser ensinadas em escolas públicas (Feyerabend, 1978, 1988).

Feyerabend acredita que suas recomendações contribuem não exatamente para o progresso do conhecimento, mas para a felicidade e o desenvolvimento do ser humano e para a criação de uma sociedade mais livre.

No próximo item veremos as críticas feitas a Feyerabend, mas, desde já, é importante assinalar, que se aceitarmos a posição de Feyerabend, não há meios objetivos de separar o conhecimento científico de qualquer tipo de charlatanismo – e para que realizar pesquisas procurando saber, por exemplo, se um produto é tóxico ou se realmente eficaz? (Mais sobre Feyerabend em: Anders-

son, 1994; Bunge, 1985a, 1985b; Chalmers, 1982; Feyerabend, 1970, 1978, 1988; Gellner, 1980; Munévar, 1991; Newton-Smith, 1981; Siegel, 1987.)

4.3 A sociologia do conhecimento

Não é preciso ser sociólogo para admitir que os fatores sociais influem na atividade científica. Mas o que distingue a sociologia do conhecimento de outras formas de análise sociológica da ciência é a tese de que a avaliação das teorias científicas (e até o próprio conteúdo dessas teorias) é determinada por fatores sociais e não em função das evidências a favor das teorias ou de critérios objetivos de avaliação.

Esta é a idéia básica do “Programa Forte” da sociologia do conhecimento científico, defendida, a partir do final dos anos sessenta, pela chamada Escola de Edimburgo, a principal representante dessa linha de pesquisa (Barnes, 1974; Bloor, 1976; Collins, 1981, 1982; Latour, 1987; Latour & Woolgar, 1986).

Esta escola assume as principais teses da Nova Filosofia da Ciência (a observação é dependente de teorias e da linguagem; as teorias não são determinadas pelas evidências; as teorias não são atingidas pelas comprovações ou falsificações empíricas, já que sempre se pode modificar alguma hipótese auxiliar de forma a preservar a teoria; critérios lógicos ou metodológicos não são suficientes para determinar a escolha de uma teoria, etc.) e, a partir daí, conclui que a crença de um cientista em uma teoria ou a vitória de uma teoria ou paradigma, só podem ser explicadas por fatores sociais, como os interesses sociais de certos grupos, os interesses profissionais dos cientistas por *status*, fama, reputação, as negociações por verbas para pesquisas, o prestígio do cientista que defende determinada teoria, a luta pelo poder na comunidade científica, etc.

A justificativa dessa conclusão é feita através de estudos antropológicos em instituições científicas, como o realizado por Latour & Woolgar no Instituto Salk de Estudos Biológicos, na Califórnia (Latour & Woolgar, 1986). Neste estudo, eles procuram demonstrar que, o que inicialmente era apenas uma hipótese, acabava sendo considerado como um fato, em função do prestígio do cientista que realizou a pesquisa, da revista que publicou seu trabalho e de outras interações sociais.

A vitória entre duas teorias seria então, exclusivamente, o resultado de uma disputa ou de uma negociação entre cientistas (ou grupos de cientistas). O resultado da pesquisa seria menos uma descrição da natureza do que uma “construção social”. Isto significa que o sucesso ou o fracasso de uma teoria deve ser explicado a partir de causas sociais ou psicológicas que influem na crença dos cientistas – e não em função de razões ou argumentos a partir da verdade ou falsidade da teoria ou de sua verossimilitude.

As teses da sociologia do conhecimento foram bastante criticadas por filósofos de diferentes linhas (Andersson, 1994; Bartley, 1984; Brown, 1985, 1989, 1994; Bunge, 1985a, 1985b; Gellner, 1980; Hollis & Lukes, 1982; Laudan, 1990; Newton-Smith, 1981; Popper, 1972, 1977; Radnitzky & Bartley, 1987; Scheffler, 1967; Shapere, 1984; Siegel, 1987; Trigg, 1973, 1980).

Em primeiro lugar, fica difícil explicar apenas em termos de negociações, interesses etc. o sucesso preditivo da ciência ou o fracasso de uma teoria em explicar um fenômeno, apesar de toda a influência social em seu favor; é difícil explicar também a aceitação unânime de várias teorias por toda a comunidade científica – independentemente das diferentes orientações políticas e ideológicas de cada cientista.

Além disso, um dos modos de conseguir fama, sucesso profissional, verba para a pesquisa etc. é justamente desenvolvendo teorias que sejam bem-sucedidas – mesmo quando testadas por outros cientistas com interesses políticos ou sociais diversos. Esse fato decorre das regras metodológicas e do modo como está organizada a sociedade científica. Assim, a exigência de que um experimento seja repetido por outros cientistas ou de que um medicamento passe por um teste controlado do tipo duplo-cego (onde nem o paciente nem o médico que avalia os resultados sabem quem tomou de fato o medicamento ou o placebo) dificultam a fraude e a tendenciosidade motivadas por interesses comerciais, luta por prestígio etc., contribuindo para a objetividade da ciência (uma vez que o cientista que participa do experimento não sabe qual o grupo que tomou, de fato, o medicamento, ele teria de agir aleatoriamente para alterar o resultado).

Entre os diversos problemas enfrentados por essas teses relativistas está o de que a acusação de falta de objetividade da ciência volta-se contra os próprios estudos feitos pelos sociólogos do conhecimento: se o resultado de suas pesquisas também não passa de um construto social, fruto exclusivo de negociações, interesses etc., então suas conclusões nada dizem acerca do que realmente ocorre na ciência e o estudo fica vazio de conteúdo. Por outro lado, se estes estudos pretendem dizer o que de fato ocorre durante uma investigação científica, então eles estão se valendo da idéia de objetividade, o que contraria a tese da sociologia do conhecimento.

5. A defesa da objetividade: o racionalismo crítico hoje

Várias linhas filosóficas contemporâneas apresentam argumentos contra a Nova Filosofia da Ciência, defendendo a objetividade da ciência e a possibilidade de uma avaliação racional das teorias. Veremos a seguir alguns desses argumentos, principalmente aqueles fornecidos pelo racionalismo crítico contemporâneo. (Sobre o racionalismo crítico contemporâneo, ver: Andersson,

1994; Bartley, 1984; Levinson, 1988; Miller, 1994; Musgrave, 1993; Radnitzky, 1987; Radnitzky & Bartley, 1987; Watkins, 1984, 1991.)

5.1 A mudança de significado

A história da ciência mostra que nas revoluções científicas não há mudanças radicais no significado de todos os conceitos – nem todos são considerados problemáticos pelos defensores de cada paradigma. Ao defender sua teoria da combustão (a combustão ocorre pela combinação com o oxigênio), Lavoisier usou vários conceitos familiares aos defensores da teoria do flogisto (que afirmava que a combustão de um corpo libera flogisto), como enxofre (*sulfur*), fósforo (*phosphorus*) etc., bem como resultados de testes aceitos como corretos por ambas as partes: todos observavam que uma vela deixa de queimar em um recipiente fechado, por exemplo; todos verificavam que um corpo calcinado aumentava de peso. Além disso, tanto Lavoisier quanto os defensores do flogisto não precisavam usar conceitos como “oxigênio” ou “flogisto”, em vez disso, podiam falar de um “gás insolúvel na água” ou de “uma vela que se apaga em ambiente fechado”, usando assim uma linguagem capaz de ser compreendida por ambos os lados.

A linguagem utilizada pode conter apenas os chamados conceitos observacionais, além de outros conceitos que dependem de teorias – *mas não das teorias que estão sendo questionadas*.

Do mesmo modo, é possível comparar teorias, mesmo na ausência de uma tradução entre conceitos de teorias diferentes, com auxílio de observações ou de testes (falando de forma mais exata, de enunciados relatando resultados de testes) não problemáticos, isto é, de testes que não dependem das teorias que estão sendo questionadas no momento, e sim de teorias aceitas pelos defensores de cada paradigma ou teoria em competição. Esses relatos utilizam conceitos cujo significado não depende do paradigma em questão: tanto os defensores de Copérnico quanto os de Ptolomeu podiam descrever a trajetória da Lua ou de um planeta de um modo que pudesse ser aceito como não problemático por ambas as partes.

Sendo assim, uma tradução completa não seria necessária para a avaliação de teorias ou paradigmas. A comparação seria feita a partir de conceitos e resultados de testes não problemáticos, aceitos pelos defensores das teorias em competição (Andersson, 1994; Laudan, 1990; Thagard, 1992).

Os defensores da incomensurabilidade afirmam que houve uma mudança radical no significado do termo “massa” – tanto que, na teoria newtoniana havia apenas o termo “massa”, enquanto na teoria de Einstein há diferença entre “massa” e “massa de repouso”. Assim, para Newton, a massa é uma propriedade intrínseca do corpo, enquanto para Einstein ela pode variar com a velocidade relativa do sistema de referência. Pode-se mostrar, no entanto, que,

mesmo quando há mudança no significado dos termos, uma avaliação objetiva dos méritos das duas teorias é possível. Enquanto para Newton a massa de um corpo é sempre sua massa de repouso, na teoria de Einstein há uma fórmula que permite relacionar massa (m) e massa de repouso (m_0): $m = m_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$. Esta fórmula mostra que a teoria de Einstein contém a teoria de Newton como uma aproximação: a massa do corpo será igual à massa em repouso apenas quando o corpo não estiver em movimento ($m = m_0$, no caso limite em que $v = 0$). A diferença entre as massas somente será significativa para velocidades próximas à da luz. Desse modo a teoria de Einstein corrige a teoria de Newton e mostra que as fórmulas de Newton continuam válidas para velocidades pequenas em relação à luz e para campos gravitacionais fracos. Sendo assim, duas teorias podem ser comparadas quanto à profundidade e amplitude, apesar da mudança de significado (Watkins, 1984).

5.2 Verdadeiro até prova em contrário

A falsificação de uma hipótese ou teoria deve, para Gunnar Andersson (1994), ser compreendida como uma *falsificação condicional*, que afirma que, se o enunciado relatando o resultado de um teste é verdadeiro, então a teoria ou todo o sistema formado pela teoria e pelas hipóteses adicionais é falso. Assim, se [o enunciado] "Há um cisne não branco na região espaço temporal k " for verdadeiro, então, segue-se, conclusivamente e com necessidade lógica, que a hipótese "Todos os cisnes são brancos" é falsa.

Mas então, se o resultado de um teste é falível, como podemos considerar refutada, a nível metodológico, uma hipótese? Por que não continuar indefinidamente o teste, recusando-se a aceitar que a hipótese foi falsificada (negando, por exemplo, que o cisne observado é negro)?

Para recusar uma refutação, é preciso mostrar que o resultado de um teste é falso – não basta dizer que o enunciado ou a refutação são conjecturais ou falíveis: essa é uma característica inescapável de todo o conhecimento científico. Também não adianta afirmar simplesmente que o resultado de um teste pode ser falso, uma vez que ele pode igualmente ser verdadeiro. Para contestar uma hipótese ou um resultado de teste, é necessário apresentar outro enunciado que entre em contradição com ele. Não basta afirmar, por exemplo, que o cisne observado pode não ser negro ou que o animal não era, na realidade, um cisne. É preciso apresentar um enunciado do tipo "trata-se de um cisne branco que foi pintado de preto". A partir desta crítica específica, podemos realizar um teste, tentando, por exemplo, remover a tinta de suas penas com um solvente ou analisando quimicamente uma pena do animal. Essa possibilidade é garantida pela exigência de que o enunciado de teste seja intersubjetivamente testável. O novo teste pode, por sua vez, também ser contestado e o processo

continuará até que não se consiga contradizer o teste realizado ou alguma hipótese utilizada.

Quando isto acontecer, o resultado do teste será classificado como verdadeiro – até prova em contrário (Miller, 1994). O processo é semelhante a um julgamento, onde é necessário apresentar alguma evidência de que o réu é culpado, caso contrário ele será considerado inocente.

A resposta à pergunta "Para que serve uma refutação inconclusiva?" é simples: por que através dela podemos chegar a uma teoria verdadeira. Uma teoria não refutada pode ser falsa, mas pode também ser verdadeira – embora nunca possamos provar que ela o é. Algumas de nossas teorias atuais podem muito bem ser verdadeiras e talvez – por que não? – jamais sejam refutadas. Isto quer dizer que podemos chegar a uma teoria verdadeira – o que não podemos é saber com certeza se conseguiremos este objetivo.

5.3 Observações e testes que dependem de teorias

Como vimos, para Kuhn, qualquer observação depende do paradigma adotado: um defensor do flogisto vê o flogisto em um experimento, enquanto Lavoisier vê o oxigênio; da mesma forma, antes da descoberta de Urano os astrônomos viam uma estrela onde depois passaram a ver um planeta.

Mas, o que ocorreu em ambos os casos pode ser interpretado de outra forma: com um telescópio mais potente, Herschel pôde ver que Urano se assemelhava a um disco e não a um objeto puntiforme, como eram as estrelas. Além disso, mesmo com telescópios menores, pode-se ver o movimento diurno de Urano entre as estrelas. Essas observações contradizem a idéia de que Urano era uma estrela. Portanto, o que os astrônomos viam não era nem um planeta nem uma estrela, mas objetos puntiformes ou discóides, dependendo do instrumento usado. Se assumirmos que observações ao telescópio são não problemáticas (e, na época e nas condições em que Herschel usou o telescópio, essas observações eram consideradas não problemáticas por todos os astrônomos), temos uma refutação condicional da hipótese de que Urano era uma estrela (Andersson, 1994).

O raciocínio vale também para as primeiras etapas da revolução na química. Priestley, um defensor da teoria do flogisto, não "via" ar deflogistado, nem Lavoisier "via" oxigênio: ambos viam um gás formado quando um precipitado vermelho (óxido de mercúrio) era aquecido. Ambos achavam que este gás era o que hoje chamamos gás carbônico ("ar fixo"). Mas logo um teste mostrou que o gás não era facilmente solúvel em água, como era o gás carbônico. Esta conclusão sobre a solubilidade do gás era não problemática e foi aceita tanto por Lavoisier como por Priestley – ambos concordaram que o novo gás não podia ser o gás carbônico. Portanto, Lavoisier e Priestley viram as mesmas coisas, e

usavam os mesmos enunciados de teste, mas as explicavam de forma diferente – Priestley, com o flogisto e Lavoisier, com o oxigênio (Andersson, 1994).

A passagem da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio de Lavoisier é um dos exemplos mais drásticos de revolução científica, uma vez que quase todos os conceitos e leis do flogisto foram rejeitados por Lavoisier (Thagard, 1992). Apesar disto, Lavoisier precisava explicar uma série de evidências sobre a qual todos concordavam: a combustão libera calor e luz e ocorre apenas em presença de ar; na calcinação as substâncias aumentam de peso; este aumento é igual ao peso do ar absorvido etc. A discordância era quanto à explicação desses fenômenos: a substância que sofre a combustão elimina flogisto ou se combina com o oxigênio?

Outra questão é a circularidade de se testar uma teoria com um experimento carregado de teorias. Mas esta circularidade não precisa ocorrer: as teorias usadas no teste podem ser diferentes da teoria que está sendo testada. Um telescópio, por exemplo, foi construído com teorias ópticas que não dependem da mecânica newtoniana: a teoria ondulatória da luz pode ser verdadeira mesmo que a mecânica de Newton seja falsa e vice-versa – o próprio Newton achava que a teoria ondulatória era falsa e defendia a teoria corpuscular da luz. Como dizem Franklin *et alii*, “se a teoria do instrumento e a teoria que explica o fenômeno e que está sendo testada forem distintas, nenhum problema óbvio surge para o teste da teoria que explica o fenômeno” (1989, p. 230).

Para Franklin *et alii*, mesmo quando o aparelho (ou parte dele) depende para seu funcionamento da teoria em teste, a circularidade pode ser evitada. Suponhamos, por exemplo, que seja usado um termômetro de mercúrio para medir a temperatura de um objeto, e que esta medida faça parte de um teste para verificar se um objeto se expande ou não com a temperatura. Como o termômetro de mercúrio é construído a partir da teoria de que o mercúrio se expande com a temperatura, o teste parece ser circular. Neste caso, tudo que é preciso é que exista a possibilidade de calibrarmos este termômetro contra outro termômetro cuja operação depende de uma teoria diferente. O termômetro de mercúrio poderia ser calibrado com um termômetro a gás de volume constante, cuja pressão varia com a temperatura, por exemplo.

Se, por exemplo, um estudante disser que não acredita na existência das células que ele vê ao microscópio, afirmando que a imagem é uma ilusão de óptica produzida pelo aparelho, podemos pedir que ele observe uma pequena letra de jornal ao microscópio, mostrando que a imagem vista corresponde a uma imagem ampliada do que ele vê a olho nu. Podemos ainda utilizar experimentos que evidenciem a propagação retilínea da luz, as leis da refração e sua aplicação na construção de lentes etc. Esses experimentos forneceriam evidências a favor da fidelidade da imagem do microscópio – evidências essas que não dependem da existência de células.

Por isso, embora a teoria indique que tipos de testes devem ser feitos e até que tipos de problema precisam ser resolvidos, ela não determinará o resultado do teste – se este for independente da teoria em questão. Como vimos, a partir da teoria de Newton foi possível indicar a posição e a massa de um planeta desconhecido, mas o teste independente, que consistiu na observação ao telescópio do planeta, podia ter refutado essa previsão (como aconteceu no caso do planeta Mercúrio).

Em resumo, a circularidade pode ser evitada se usarmos testes que, embora sejam frágeis e dependentes de teorias, não dependam das teorias problemáticas que estão sendo testadas.

5.4 Eliminando contradições

Para Kuhn, Lakatos e Feyerabend, a metodologia popperiana implicaria na eliminação e substituição de uma teoria sempre que uma previsão extraída da teoria fosse refutada. Mas a história da ciência mostra que os cientistas frequentemente ignoram refutações ou modificam uma hipótese ou teoria auxiliar, em vez de abandonar a teoria principal que está sendo testada. Conseqüentemente, o falsificacionismo de Popper não serviria para explicar a atividade científica.

No entanto, contrariamente ao que os críticos pensam, as regras metodológicas de Popper não implicam na eliminação de uma teoria diante de um resultado que contradiz uma previsão. Tudo o que se exige, é que a contradição entre o resultado do experimento e o sistema de hipóteses e teorias seja resolvida – quer pela mudança de alguma hipótese auxiliar, quer através de mudanças na teoria principal. Nenhuma regra metodológica pode, *a priori*, indicar onde a modificação deve ser feita – isto é um problema empírico, que o cientista terá de resolver. O importante, é que deve ser feita alguma mudança que torne novamente compatíveis o sistema teórico e os enunciados de teste (Andersson, 1994). Para isso, pode-se tanto realizar pequenas modificações em alguma das hipóteses, como substituir uma teoria por outra completamente nova: “de um ponto de vista lógico e metodológico, tanto a estratégia ‘normal’, de que fala Kuhn, quanto a ‘revolucionária’ podem sempre ser usadas” (Andersson, 1994, p. 109).

No caso da anomalia do planeta Mercúrio, por exemplo, foi usada a estratégia “revolucionária”: a anomalia, só pode ser explicada por uma nova teoria – a teoria da relatividade de Einstein. Mas, talvez fosse possível alterar algumas das hipóteses adicionais da mecânica de Newton de forma a dar conta da anomalia, preservando ao mesmo tempo os princípios fundamentais da teoria. Talvez os cientistas não tivessem sido suficientemente espertos para descobrir o tipo de mudança necessária ou então algum fator psicológico ou

social tenha impedido que se procurasse (ou aceitasse) este tipo de solução. Neste caso, a resposta, de acordo com Watkins, seria simplesmente que

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. (1984, p. 329)

Portanto, a proposta por Lakatos de ignorar anomalias e continuar a desenvolver o programa de pesquisa através de pequenas modificações nas hipóteses auxiliares não traz nada de novo para o racionalismo crítico, que exige apenas que as anomalias sejam vistas como um problema a ser resolvido – sem que isso implique em eliminar uma teoria: pode ser suficiente mudar apenas alguma hipótese auxiliar. Qualquer que tenha sido a mudança, a anomalia não foi ignorada – pelo contrário, foi ela que provocou a mudança.

A idéia de que as refutações não são levadas a sério pelos cientistas decorre também, para Watkins (1984), de se confundir a decisão de *aceitar que uma teoria é a melhor* no momento (segundo os critérios de avaliação) com a *decisão de trabalhar numa teoria*, para tentar corrigir suas falhas, eliminando contradições dentro da teoria ou entre a teoria e o experimento. Com este objetivo, o cientista pode, por exemplo, extrair novas previsões da teoria e submetê-las a testes. Ao fazer isso, ele estará corrigindo e desenvolvendo a teoria, procurando assim torná-la melhor segundo os critérios de avaliação aceitos por ele.

Um cientista pode, inclusive, continuar a trabalhar em uma teoria refutada, mesmo quando houver outra teoria melhor (não refutada, que resistiu a testes severos, etc.). Isto não quer dizer que ele considere a teoria refutada a melhor das teorias ou que ele “ignore” as refutações: ele está trabalhando em uma teoria inferior justamente para corrigi-la e aperfeiçoá-la, tornando-a a melhor das teorias no momento.

Ao defender a teoria do flogisto, Priestley não estaria violando nenhuma regra metodológica popperiana se procurasse corrigir e aperfeiçoar a teoria do flogisto – mesmo em face de sua inferioridade em relação à teoria do oxigênio. O que Priestley não poderia dizer, é que apesar de todas as contradições não resolvidas, a teoria do flogisto continuava a ser uma teoria superior à do oxigênio.

O mesmo tipo de distinção deve ser feito em relação a rejeitar uma teoria (ou em considerar a teoria inferior à outra) e à decisão de deixar de trabalhar nela: o cientista “pode deixar de trabalhar em uma teoria que aceita, exatamente porque não vê meios de aprimorá-la mais” (Watkins, 1984, p. 157).

No entanto, como mostra Watkins, Lakatos não faz esta distinção, afirmando, por exemplo, que rejeitar um programa de pesquisa “significa decidir não trabalhar mais nele” (1978, p. 70). Conseqüentemente, para Lakatos, se um cientista continua a trabalhar em uma teoria que faz parte de um programa de pesquisa é porque ele não leva a sério a refutação, uma vez que continua a aceitar a teoria mesmo que ela seja inconsistente com os resultados dos testes.

Feyerabend também adota esta posição, que, para ele seria coerente com seu “anarquismo epistemológico”: “nem inconsistências interna gritantes [...] nem conflito maciço com os resultados experimentais devem impedir-nos de reter e elaborar um ponto de vista que nos agrade por uma razão ou por outra” (1988, p. 183).

Mas se aceitarmos a distinção de Watkins, podemos reformular a alegação de Lakatos e Feyerabend, mostrando que a atitude que eles consideram oposta ao racionalismo crítico é, na realidade, coerente com esta linha filosófica. Um cientista pode então pensar mais ou menos assim: “Esta teoria me agrada, mas ela entra em conflito com resultados experimentais e têm inconsistências internas. Por isso, decido trabalhar na teoria para corrigi-la e torná-la uma teoria melhor, isto é, uma teoria compatível com os resultados experimentais e sem inconsistências internas. Desse modo, posso contribuir para o crescimento do conhecimento”.

Para Watkins, não cabe ao filósofo da ciência dizer em qual das teorias o cientista deve trabalhar ou deixar de trabalhar e sim procurar critérios para avaliar teorias, dizendo qual delas, até o momento, é a melhor.

Outra crítica de Lakatos contra Popper é a de que todas as teorias científicas são irrefutáveis, no sentido de que “são exatamente as teorias científicas mais admiradas (como a teoria de Newton) que, simplesmente, falham em proibir qualquer estado observável de coisas” (1970, p. 16).

No entanto, a tese de Lakatos é verdadeira apenas para o que ele chama de núcleo rígido de um programa de pesquisa, que corresponde aos princípios fundamentais da teoria. No caso da teoria de Newton, o núcleo é formado pelas leis do movimento e pela lei da gravitação universal. No entanto, como sabemos, uma teoria não é testada isoladamente e sim através de hipóteses auxiliares. Uma vez enriquecida por essas hipóteses, a teoria torna-se refutável e é capaz de proibir determinado estado de coisas. A teoria de Newton, acoplada a hipóteses acerca da estrutura do sistema solar, pode ser refutada pelas irregularidades na órbita do planeta Mercúrio, por exemplo (Watkins, 1984).

5.5 Os testes independentes

Como vimos, para o filósofo Pierre Duhem (1954), uma hipótese ou teoria nunca é testada isoladamente (é sempre um conjunto de hipóteses que compa-

recem ao “tribunal” da experiência) e a refutação apenas mostra que pelo menos uma das hipóteses do sistema testado é falsa – mas não nos diz qual delas o é.

A primeira questão que precisa ser respondida, é se é possível descobrir (conjecturalmente, é claro) a hipótese falsa no meio da teia de hipóteses auxiliares.

A resposta é que, em vários casos, isso é possível e a solução, do mesmo modo que a solução do problema da circularidade, consiste em submeter as hipóteses “suspeitas” a testes independentes, isto é, a testes que não tenham como pressuposto a teoria que está sendo testada e que dependam de enunciados e teorias suficientemente testados e considerados, até o momento, como não problemáticos (Andersson, 1994; Bunge, 1973; Popper, 1975b; Watkins, 1984).

O uso de testes independentes é uma prática rotineira em ciência onde uma mesma hipótese é testada através de técnicas distintas, que envolvem hipóteses auxiliares diferentes. Ela é importante também quando se usa uma nova técnica ou um novo instrumento considerados problemáticos (que não foram suficientemente testados e corroborados). Quando um novo teste de Aids é desenvolvido, por exemplo, ele pode ser testado em indivíduos que já têm os sintomas da Aids e é usado inicialmente sempre junto a outros testes considerados não problemáticos.

Outro exemplo do uso de testes independentes ocorreu quando Galileu usou observações ao telescópio para refutar a teoria de Ptolomeu. Nesta época, essas observações ainda eram problemáticas: os telescópios eram primitivos e os primeiros observadores não tinham ainda prática em seu uso. Por isso, embora as observações ao telescópio apoiassem a teoria de Copérnico, os defensores de Ptolomeu continuavam afirmando que somente a observação a olho nu era confiável.

Para Feyerabend (1988), Galileu assumiu a fidedignidade das observações ao telescópio apenas para defender a teoria copernicana. Como mostra Andersson (1994), porém, Galileu submeteu a hipótese de que o telescópio é confiável a testes cuja validade não dependem da validade da teoria de Copérnico ou Ptolomeu, observando, por exemplo, objetos distantes na própria Terra – como uma torre de igreja ao longe. (Para uma discussão extensa do caso de Galileu, na qual todos os argumentos de Feyerabend são rebatidos, veja-se Andersson, 1994.)

Podemos concluir então que não há nada de errado em se introduzir uma hipótese auxiliar dentro de uma sistema teórico para explicar uma anomalia, como ocorreu com a hipótese de que havia outro planeta perturbando a órbita de Urano – desde que essas hipóteses sejam independentemente testáveis.

Como vimos no item anterior, porém, Lakatos acha que é sempre possível introduzir uma hipótese auxiliar para impedir que os princípios fundamentais de uma teoria sejam substituídos ou, na linguagem de Lakatos, para preservar o núcleo rígido de um programa de pesquisa. Se for assim, fica difícil justificar, a partir de critérios objetivos, as revoluções científicas: por que os princípios

fundamentais do flogisto foram abandonados? Por que não mudar apenas algumas hipóteses auxiliares?

Para justificar sua tese, Lakatos se vale, como vimos, de um exemplo semelhante ao da descoberta de Netuno: a trajetória de um planeta que não obedece às previsões newtonianas leva os cientistas a procurar um planeta desconhecido, que seria responsável pela anomalia de modo a preservar os princípios básicos de Newton. No entanto, no exemplo de Lakatos, os cientistas não conseguem detectar com o telescópio o suposto planeta. Apesar disso, eles não abandonam a teoria newtoniana argumentando que o planeta é pequeno demais para ser observado com o telescópio utilizado. E, se o planeta não for observado com um telescópio mais potente, pode-se dizer ainda que uma nuvem de poeira cósmica impediu a observação do planeta. Assim, a cada nova refutação, uma hipótese adicional é apresentada, preservando-se sempre os princípios de Newton.

Argumentos desse tipo, mostram que, em princípio, é sempre possível manter qualquer parte de um sistema teórico – ou até mesmo, talvez, todo o conhecimento (Quine, 1961) – modificando alguma outra parte do sistema. No entanto, como mostra Andersson (1994), esse procedimento é muito mais difícil do que se pensa. Vejamos por quê.

Lakatos deixa de lado o fato de que a partir da teoria newtoniana podemos prever não apenas a existência de um planeta, mas também sua órbita e sua massa. Por isso, para que a anomalia seja eliminada, não basta afirmar que há um planeta em determinada região do espaço: é preciso também que o suposto planeta tenha uma massa e uma trajetória específicas. Há, portanto, algumas restrições ou parâmetros que precisam ser atendidos para que a nova hipótese funcione, isto é, para que ela elimine a contradição do sistema. Os cálculos feitos a partir da teoria de Newton e do desvio observado poderiam indicar que o planeta não pode ser tão pequeno a ponto de não ser observado pelo telescópio.

O tamanho e a trajetória do planeta não podem, portanto, ser arbitrariamente fixados. Do mesmo modo, a suposta nuvem de Lakatos encobriria também as estrelas daquela região – mas então, a hipótese da nuvem poderia ser refutada pela observação dessas estrelas (que são mais fáceis de serem observadas do que um planeta). Além disso, a nuvem teria de acompanhar o planeta em toda a sua trajetória (ou ser tão extensa a ponto de englobar toda a trajetória do planeta), impedindo a observação de um número maior ainda de estrelas. E para encobrir a luminosidade de um planeta, ela teria de ser também muito densa, mas, neste caso, poderia ser observada ao telescópio. Por isso, como diz Andersson, as irregularidades do planeta Mercúrio não puderam ser resolvidas com auxílio da hipótese da existência de um planeta desconhecido, chamado Vulcano:

Na discussão do planeta Vulcano nenhuma hipótese auxiliar adicional sobre nuvens cósmicas no sistema solar foi sugerida, provavelmente porque tais hipóteses não são fáceis de serem reconciliadas com nosso conhecimento astronômico de base. (1994, p. 118)

Portanto, para Andersson (1994), se exigirmos que as hipóteses auxiliares sejam independentemente testadas ou que o novo sistema teórico, formado com a introdução das hipóteses auxiliares, seja testado, torna-se muito difícil encontrar *sempre* uma hipótese auxiliar que resolva o problema. Neste caso, se alguém apresentar uma nova teoria capaz de passar pelos testes que refutam a teoria antiga, ela passará a ser a melhor teoria até o momento.

No entanto, para Feyerabend (1988) e outros relativistas é possível salvar uma teoria da refutação com auxílio de um tipo especial de hipótese, a hipótese *ad hoc*. Há vários significados para essa expressão que, em latim, significa “para isto”, “para este caso”. Pode-se considerar como *ad hoc*, qualquer hipótese sugerida apenas com a finalidade de explicar um fato depois de sua descoberta. Neste sentido, a hipótese da existência de Netuno seria *ad hoc*. Neste caso, porém, não é necessária nenhuma regra contra este tipo de hipótese, como acabamos de ver.

Pode-se considerar também que uma hipótese *ad hoc* é aquela criada para explicar um fato, mas que não pode ser testada, independentemente dos fatos para os quais foi criada (Popper, 1974).

Popper (1974) menciona como exemplo de hipótese *ad hoc*, a existência dos neutrinos, postulada pelo físico Wolfgang Pauli em 1931, para explicar um fenômeno radiativo (o decaimento beta), onde a energia total no fim da transformação é menor do que a inicial – o que vai contra a lei da conservação da energia. Pauli sugeriu então, que a energia perdida seria conduzida para fora do átomo por uma partícula muito pequena (que ele chamou de neutrino), sem massa (ou quase sem massa) e eletricamente neutra, sendo por isso difícil de ser detectada.

Não era possível, na época, realizar um teste independente que corroborasse a existência de neutrinos. Neste caso, teríamos de considerar que a hipótese de Pauli era *ad hoc* e devia ter sido evitada.

No entanto, em toda essa discussão, é importante estabelecer uma graduação no caráter *ad hoc* de uma hipótese. Uma hipótese completamente *ad hoc* seria aquela que se vale de um argumento falacioso e circular, dando como provado justamente o que se quer provar.

Mas há também hipóteses que podem ser consideradas *ad hoc* e que não envolvem circularidade. Uma dessas hipóteses foi usada contra Galileu quando ele observou montanhas na Lua, o que contrariou a idéia aristotélica de que os corpos celestes eram perfeitamente esféricos e lisos. Neste caso, os defensores de Aristóteles disseram que os espaços entre as montanhas e o solo eram preenchidos por uma substância invisível, que não podia ser detectada por observações a olho nu ou pelo telescópio (Chalmers, 1982). Como não havia outro meio de detectar essa substância, a hipótese era irrefutável. O argumento de Galileu foi afirmar então que concordava com a existência dessa substância, mas, em vez de preencher os espaços entre o solo e as montanhas, ela se acumulava em grande quantidade no topo das montanhas, o que tornava a

superfície da Lua ainda mais irregular. Galileu mostrou assim que, através de uma hipótese *ad hoc*, pode-se provar qualquer hipótese – inclusive hipóteses contraditórias. Ele esperava, com isso, que seus críticos percebessem o pouco valor que esse tipo de argumento tem para provar (ou rebater) qualquer hipótese.

Observe-se, porém, que a hipótese da substância invisível poderia ter sido “enriquecida”, especificando-se outras de suas propriedades. Poderia se dizer que, embora invisível, ela tinha massa (como o ar) e que, se fôssemos à Lua, poderíamos sentir (pelo tato ou por instrumentos) seu deslocamento. Neste caso, estaríamos diante de uma hipótese que poderia ser testada no futuro, caso conseguíssemos chegar à Lua. Quanto maior o número de propriedades que se atribuisse à substância, maior o conteúdo empírico e o número de testes diferentes que poderiam ser realizados, menor o caráter *ad hoc* da hipótese e maior o número de parâmetros ou restrições que teriam de ser satisfeitos pelo teste, como ocorreu no exemplo de Lakatos. A opção contrária consiste em aumentar o caráter *ad hoc* da hipótese, afirmando, por exemplo, que ela não pode ser detectada por nenhum órgão do sentido nem por qualquer instrumento.

No caso do neutrino, Pauli não se limitou a afirmar que existem partículas que não podem ser detectadas. O neutrino não é simplesmente uma partícula invisível, mas tem uma série de propriedades que podem ser deduzidas teoricamente e que o tornam diferente das outras partículas conhecidas: não possui carga elétrica, sua massa é nula (ou quase nula) e seu spin (uma medida do movimento de rotação de uma partícula) é igual ao do elétron. Essas características criam uma série de restrições aos resultados de um possível teste independente para detectar neutrinos.

Além de explicar a diferença de energia observada, a hipótese do neutrino explicava também por que os elétrons emitidos possuíam vários níveis diferentes de energia (os elétrons mais lentos estavam associados a neutrinos mais rápidos e vice-versa) e por que havia uma diferença de $1/2$ spin no decaimento beta. Essas explicações foram corroboradas posteriormente.

A hipótese de Pauli não é, portanto, tão *ad hoc* como a hipótese da substância invisível na Lua. Talvez, por isso, os cientistas tenham se esforçado para descobrir uma maneira de detectar o neutrino, mas, provavelmente, não se esforçariam para descobrir uma substância invisível na Lua.

Em resumo, uma nova hipótese introduzida no sistema precisa sofrer testes independentes. Caso isso não seja possível, deve-se submeter o novo sistema a novos testes. Se nenhuma dessas opções for possível, o sistema não pode ser considerado superior ao antigo.

Há várias conclusões que se pode tirar de toda essa discussão até o momento.

A primeira conclusão é que a possibilidade de se conseguir enunciados não problemáticos e de se testar independentemente as hipóteses auxiliares demonstra que as revoluções científicas não precisam ser vistas como conversões

irracionalis, instantâneas (gestálticas). Contrariamente a Kuhn, elas podem ocorrer em pequenas etapas, pela substituição de hipóteses refutadas

A substituição da teoria ou paradigma do flogisto pela química de Lavoisier, por exemplo, ocorreu em pequenas etapas, ao longo dos anos de 1772, 1774 e 1777, chegando a sua forma madura em 1789 (Thagard, 1992). Neste ano, a grande maioria dos químicos tinha aderido à teoria de Lavoisier e abandonado a teoria do flogisto. Seis anos depois, praticamente toda a comunidade apoiava Lavoisier. (A única exceção foi Priestley, que defendeu o flogisto até a sua morte, em 1804. Resta saber, no entanto, se, à luz da diferença entre aceitar uma teoria como a melhor e trabalhar na teoria para corrigi-la, a atitude de Priestley foi, de fato, irracional.)

Outra conclusão é que embora seja fácil introduzir hipóteses francamente *ad hoc* para salvar uma teoria da refutação, este procedimento deve ser evitado, uma vez que não permite uma discussão crítica de qualquer hipótese, como mostrou Galileu. Já a introdução de hipóteses como a do neutrino não é tão fácil e a restrição não deve ser tão séria, uma vez que essas hipóteses têm algum conteúdo empírico e, quanto maior este conteúdo, mais refutável será o sistema como um todo, isto é, o sistema formado pela teoria e pela hipótese *ad hoc*.

Vimos também que é perfeitamente aceitável introduzir no sistema hipóteses auxiliares independentemente testáveis para salvar uma teoria da refutação, mas nem sempre se consegue fazer isso, como sugeriu Lakatos, uma vez que a nova hipótese tem de ser coerente com uma série de restrições e parâmetros.

5.6 O objetivo da ciência

Uma das formas de resolver o problema da avaliação das teorias é considerar que a melhor teoria é aquela que atende aos objetivos da ciência. Mas qual é esse objetivo?

O objetivo dos defensores do racionalismo crítico é conseguir enunciados verdadeiros através de um método que não está sujeito às críticas de Hume. Para isso, deve-se fazer uma concessão a Hume, admitindo que não é possível conseguir conhecimento certo. Isto significa que mesmo que consigamos descobrir uma teoria verdadeira, nunca poderemos ter certeza disso.

Como as críticas de Hume não valem para a refutação (embora a refutação seja sempre inconclusiva, é logicamente possível provar que uma hipótese é falsa), o método para conseguir hipóteses verdadeiras consiste em propor hipóteses refutáveis e tentar eliminar aquelas que são falsas. Desse modo, podemos conseguir enunciados verdadeiros (no sentido conjectural) por um método não vulnerável às críticas de Hume.

No entanto, se admitirmos que sempre podemos estar errados, temos de submeter qualquer enunciado aos testes mais severos possíveis, separando-os, por eliminação, dos enunciados falsos. (Se for possível aplicar um teste duplo-cego para um medicamento e este teste não for feito, estamos perdendo a chance de eliminar duas hipóteses: a primeira hipótese é a de que a melhora do paciente é produto de um efeito psicológico; a outra hipótese é a de que os resultados do teste devem-se à parcialidade de quem avaliou a melhora.)

O processo é resumido por Miller e Watkins do seguinte modo:

A fim de descobrir algo verdadeiro, propomos conjecturas que podem ser verdadeiras [...]. Fazemos então os mais impiedosos e intransigentes esforços para mostrar que essas conjecturas não são verdadeiras e para rejeitá-las da ciência. (Miller, 1994, p. 9)

A ciência aspira à verdade. O sistema de hipóteses científicas adotado por uma pessoa X em dado instante deve ser possivelmente verdadeiro para essa pessoa, no sentido de que, apesar de seus melhores esforços, não encontrou nenhuma inconsistência, nem no sistema nem entre o sistema e a evidência que lhe é disponível. (Watkins, 1984, pp. 155-156)

Watkins (1984) procura demonstrar também que a teoria que passou por testes mais severos que outras e que, por isso, pode ser considerada mais corroborada, será também a teoria com maior poder preditivo ou então com maior capacidade de unificar os fatos. Neste caso, para Watkins, deveríamos buscar teorias possivelmente verdadeiras e com poder preditivo e capacidade de unificação cada vez maiores.

O objetivo de maior poder preditivo inclui não apenas o de buscar teorias mais amplas, que cobrem um maior número de fenômenos, como também o de buscar teorias mais precisas ou exatas: em ambos os casos, as teorias terão maior conteúdo empírico e são também mais refutáveis, o que significa que são mais fáceis, em princípio, de serem refutadas. Com a refutação, temos a chance de aprender algo novo, isto é, de corrigir nossos erros.

A capacidade de unificação é conseguida, muitas vezes, através do uso de teorias mais profundas, que se valem de termos não observacionais, que representam entidades teóricas invisíveis (átomo, energia, seleção natural, onda eletromagnética, etc.), para explicar os fenômenos.

Para Watkins, é possível escolher a teoria que, além de ser possivelmente verdadeira, isto é, de não ter sido refutada, é também a de maior capacidade de unificação ou com maior poder preditivo, usando como critério exclusivamente o grau de corroboração. Com isso, ele estaria usando um critério único de avaliação evitando assim, o problema da avaliação multidimensional de teorias nos possíveis casos em que uma teoria é melhor que outra em alguns aspectos e inferior em outros – uma situação que teoricamente pode ocorrer, mas não ocorre necessariamente sempre.

Para Deborah Mayo o fato de uma hipótese ter passado por um teste severo é uma boa indicação de que a hipótese é correta e, para ela, é possível dar precisão à idéia de teste severo com auxílio das técnicas estatísticas de Neyman-Pearson (Mayo, 1996). Outra estratégia para evitar o problema de uma possível ambigüidade nas avaliações multidimensionais consiste em usar programas de computador que avaliam globalmente uma teoria em relação a outra teoria rival (Thagard, 1992).

Pode-se argumentar ainda que em muitas revoluções científicas o núcleo teórico da teoria antiga é completamente repudiado pela teoria nova. Mas isso não tem importância para a avaliação de teorias, porque o importante é que a nova teoria preserve o sucesso empírico da teoria antiga e, além disso, seja capaz de novas previsões. Por isso, mesmo que em certas revoluções haja perda de algumas previsões feitas pela teoria antiga (que foram consideradas refutadas pela nova), o que interessa é que o conteúdo empírico total aumente, permitindo assim a comparação objetiva das teorias.

O objetivo mais ambicioso possível, no passado, foi o de se conseguir um conhecimento empírico certo, provado e com o maior número possível de enunciados verdadeiros acerca do mundo (Watkins, 1984). Este objetivo, bem como o de aumentar a probabilidade da verdade de uma teoria através de uma lógica indutiva, são considerados pelos racionalistas críticos e por boa parte dos filósofos como impraticáveis. Para Watkins, o objetivo mais ambicioso possível passa a ser então o de se conseguir teorias possivelmente verdadeiras e com maior capacidade de unificação ou com maior poder preditivo.

Para Watkins, qualquer objetivo proposto deve obedecer a alguns requisitos: ele deve ser coerente e praticável, deve poder servir de guia na escolha entre teorias ou hipóteses rivais, deve ser imparcial (em relação a propostas metafísicas diferentes) e deve também envolver a idéia de verdade. Watkins supõe que esses requisitos devam parecer razoáveis a filósofos e cientistas, embora reconheça que nem todos os filósofos concordam com o requisito da verdade.

Há várias teorias sobre o que vem a ser a verdade (Bonjour, 1985; Haack, 1978). Filósofos realistas, como Popper, defendem que um enunciado é verdadeiro se e somente se corresponde aos fatos (teoria da correspondência).

Outros, porém, acham que um enunciado é verdadeiro se e somente se ele é coerente com outros enunciados aceitos (teoria da coerência) ou então, se for útil (teoria pragmática).

Para Popper (1975b), a teoria da correspondência é a mais adequada para compreender a atividade científica e seu sentido é perfeitamente claro: podemos compreender, por exemplo, perfeitamente o que uma testemunha quer dizer quando afirma que o acusado estava no local do crime em tal hora. Este enunciado será verdadeiro, se e somente se o acusado realmente tivesse estado no local do crime àquela hora.

Para Watkins, o conceito semântico de verdade (Tarski, 1956) é suficiente para que se possa falar sem contradições da idéia de verdade e tem a vantagem de ser neutro em relação às diversas teorias de verdade, uma vez que procura fornecer apenas as condições formais para a aplicação desse conceito (para Watkins a avaliação da teoria deve ser neutra em relação a princípios metafísicos).

No entanto, filósofos como Kuhn (1970b) e Laudan (1977) não acham a idéia de verdade necessária para a avaliação das teorias. Para eles, a ciência se preocupa apenas em resolver problemas. Mas, como mostra Newton-Smith (1981), ao resolver problemas temos de eliminar hipóteses que contradizem outras hipóteses. Temos também de eliminar teorias inconsistentes – se não, como uma contradição implica qualquer enunciado, para resolver um problema basta formular a teoria de que “A e não-A implica P”, que o problema está resolvido. Quando eliminamos teorias ou hipóteses, estamos supondo que, de algum modo, elas são falsas. Neste caso, Kuhn e Laudan adotam, implicitamente, algum conceito de verdade. (Quando Kuhn fala de verdade, ele parece se referir sempre à idéia de verdade como correspondência e, como não é um realista, não vê necessidade de usar essa idéia.)

Newton-Smith (1981) mostra também que a idéia de verdade é necessária para a seleção dos problemas que terão de ser resolvidos: se não, por que não procurar resolver problemas do tipo “por que a matéria repele a matéria” ou “por que todos os cisnes são verdes”? A justificativa seria, é claro, porque esses enunciados foram refutados, isto é, não são verdadeiros.

Um realista diria que a verdade como correspondência com os fatos é fundamental para dar sentido à atividade científica e ao progresso da ciência. Se não, qual a diferença entre a ciência e o jogo de xadrez? Por que ela pode ser aplicada na prática? Como explicar o sucesso quantitativo de certas predições, etc.?

Para um filósofo realista, somente a idéia de que nossas teorias procuram, mesmo que de modo conjectural, compreender um mundo que existe independentemente de como pensamos que ele é, pode explicar adequadamente essas questões.

No entanto, para Watkins, a avaliação das teorias deve ser imparcial quanto à posição metafísica do cientista. Isso não quer dizer que cientistas e teorias não incorporem nenhum princípio metafísico, nem que esses princípios não desempenhem nenhuma função no trabalho do cientista (Einstein, por exemplo, era um realista e preferia teorias deterministas acerca do mundo) ou que não sirvam de inspiração para seu trabalho – e sim que eles não devem interferir na avaliação das teorias.

Para Watkins, o objetivo de se conseguir teorias possivelmente verdadeiras e com crescente poder preditivo ou capacidade de unificação, “apresenta uma perspectiva mais rica do que qualquer outra filosofia da ciência contemporânea pode oferecer” (1991, p. 347). Haveria outro modo de justificar estes objetivos?

A idéia de justificar tudo leva a um regresso infinito ou a alguma parada arbitrária, que não pode ser justificada racionalmente. Uma opção é adotar o chamado racionalismo crítico abrangente, defendido por Miller (1994) e Bartley (1984): “Uma posição pode ser adotada racionalmente sem que haja necessidade de qualquer justificação – desde que ela possa ser e esteja aberta à crítica e sobreviva a um exame severo” (Bartley, 1984, p. 119). Para Bartley, essa abordagem permite considerar como um racionalista crítico abrangente aquele que “mantém todas as suas posições, inclusive seus padrões mais fundamentais, objetivos, decisões e sua própria posição filosófica abertos à crítica; alguém que não protege coisa alguma contra a crítica através de justificativas irracionais” (1984, p. 118).

Em outras palavras, Bartley se propõe a aplicar aos próprios princípios do racionalismo crítico as recomendações de Popper, para quem a atitude racional consiste na disposição para ouvir argumentos e críticas, de aprender com a experiência e de admitir que sempre podemos estar errados (não há certezas). Outros racionalistas críticos, porém, não acham a solução de Bartley adequada, criticando-a, por exemplo, por ser circular (para defesas e críticas desta posição, ver Bartley, 1984; Miller, 1994; Radnitzky & Bartley, 1987).

Outra opção é adotar uma posição pragmática em relação a objetivos e critérios, como faz o filósofo Larry Laudan (que não é um racionalista crítico), ao argumentar que “sendo as criaturas que somos, nós conferimos um alto valor à capacidade de controlar, prever e manipular nosso ambiente” (1990, p. 103). Para Laudan, interesses desse tipo estão presentes em todas as sociedades:

Há certos interesses que são compartilhados. Saúde, longevidade, acesso a um suprimento adequado de comida, proteção contra as devastações dos elementos. A universalidade desses interesses cria um contexto no qual nós podemos, de forma plausível, indagar se certos padrões não poderiam ser genuinamente transculturais. Se, por exemplo, uma mulher quer descobrir se está grávida (e isso dificilmente é uma preocupação limitada às culturas ocidentais e científicas), ela presumivelmente quer uma resposta que seja confiável, isto é, que não diga a ela que está grávida quando não está e que não diga a ela que não está quando está. Esse padrão certamente é perfeitamente geral. É uma questão empírica se consultar oráculos ou aplicar a bateria clássica de testes ocidentais de gravidez é mais confiável. Há uma ampla evidência de que a segunda forma é mais confiável que a primeira (1990, p. 110).

Em resumo, Laudan sustenta que “segundo os métodos da ciência produzimos teorias que nos conferem habilidades – habilidades para controlar, prever e manipular a natureza – habilidades essas que todos, cientistas ou não, podem ver que são de seus interesses” (1990, p. 107).

Embora Laudan possa ser acusado de circularidade (explicar por que a ciência funciona através da própria ciência) e de se valer de argumentos indutivos (quando fala em “resposta confiável”), além de se valer de uma idéia que ele próprio acha desnecessária, a idéia de verdade (“que não diga que ela está grávida quando não está”), encontramos aí alguns desafios para o relativismo,

que defende a idéia de que objetivos, regras, visões de mundo etc. variam de uma cultura para outra.

O desafio é maior para aqueles que defendem o chamado programa forte da sociologia do conhecimento, que assume que todo o conhecimento científico nada mais é do que um construto social (Latour & Woolgar, 1986). No entanto, mesmo dentro dessa linha de pesquisa há aqueles, como Helen Longino, que procuram reconciliar a objetividade da ciência com sua construção social e cultural:

“A idéia [de objetividade] que foi rejeitada é a de que ela é um tipo de representação exata dos processos naturais. Mas há outro tipo de objetividade [...] que é importante reter na ciência. Nós tentamos desenvolver uma descrição não arbitrária dos processos naturais, que simplesmente não imponha nossos desejos de como o mundo deve ser nas descrições do mundo. [...] de algum modo os métodos da ciência procuram minimizar as preferências subjetivas de cada indivíduo”. (Callebaut, 1993, pp. 25-27)

Finalmente, mesmo assumindo a impossibilidade de uma justificativa última, podemos mostrar algumas consequências de se abdicar do uso de argumentos, de uma atitude crítica, do reconhecimento de que sempre podemos estar errados, de procurar critérios objetivos para avaliar opiniões e teorias. Abdicar de tudo isso, implica admitir que tudo não passa de manipulação ou propaganda. E o desprezo pela razão humana e pela necessidade de argumentos “deve conduzir ao emprego da violência e da força bruta como árbitros definitivos de qualquer disputa” (Popper, 1974, pp. 242-243).

6. O empirismo de van Fraassen e a abordagem cognitiva

Não se pode dizer que haja atualmente uma linha dominante em filosofia da ciência. Longe de esgotar o assunto, e apenas a título de ilustrar o caráter multifacetado da filosofia da ciência atual, vamos mencionar, rapidamente, duas abordagens: o empirismo de van Fraassen e a abordagem cognitiva.

6.1 O empirismo de van Fraassen

Uma versão atual da abordagem empirista do positivismo lógico é o “empirismo construtivo” de Bas C. van Fraassen (1980). Van Fraassen critica a posição realista de que o objetivo da ciência é produzir teorias verdadeiras. O que importa, é que as teorias sejam empiricamente adequadas, no sentido de serem capazes de explicar os fenômenos observáveis, isto é, de “salvar os fenômenos”. Conceitos não observáveis, como elétron, campo, etc., servem apenas para explicar os fenômenos, sem qualquer pretensão de corresponder a uma estrutura real. Para van Fraassen (1980), nós podemos ter tudo o que

queremos da ciência sem precisarmos nos incomodar com a verdade ou falsidade de nossas hipóteses a respeito do que não é observado.

Para van Fraassen e outros filósofos (Giere, 1979, 1988; Suppe, 1977), uma teoria não é um conjunto de enunciados (leis) interpretados empiricamente e que podem ser verdadeiros ou falsos, como quer o positivismo. Contra esta concepção, chamada concepção sintática ou sentencial das teorias, van Fraassen defende a idéia de que as teorias são melhor caracterizadas como um conjunto de modelos (visão semântica das teorias).

O modelo, por sua vez, é uma versão simplificada de um sistema natural (o modelo do sistema solar, do pêndulo, do átomo etc.).

Para definir uma teoria, especificamos o conjunto de modelos a que a teoria se aplica, indicando os sistemas naturais para os quais a teoria é válida. Assim, a teoria de Newton não é verdadeira nem falsa: ela serve apenas para definir um tipo de sistema que pode existir ou não na natureza. Um sistema será newtoniano, por exemplo, se e somente se ele satisfizer as leis do movimento e da gravitação universal de Newton.

A anomalia de Mercúrio, por exemplo, não refuta as leis de Newton, ela apenas mostra que o sistema solar não é um modelo newtoniano, já que sua órbita não pode ser explicada pelas leis de Newton.

O objetivo da ciência, para van Fraassen, é construir modelos e testar esses modelos a partir de fenômenos observáveis para julgar se são empiricamente adequados. A idéia de verdade e a concepção realista da ciência, que afirma que conceitos como elétrons e leis como as leis de Newton correspondem a algo que existe realmente na natureza, são descartados. A relação do modelo com um sistema real seria uma relação de similaridade e não de verdade ou falsidade, uma vez que o modelo não é uma entidade lingüística.

Várias críticas foram feitas à abordagem de van Fraassen (Churchland & Hooker, 1985). Uma delas é que a visão semântica não difere muito, de um ponto de vista lógico, da visão positivista das teorias, já que a um conjunto finito de modelos corresponde um conjunto de sentenças e vice-versa (Worrall, 1984).

Outra crítica, é que na visão semântica a amplitude da teoria fica muito reduzida, uma vez que ela é aplicada somente àqueles modelos que satisfazem a teoria, deixando de fora os outros sistemas a que ela não se aplica. Como diz Giere, na visão semântica "generalizações universais não desempenham nenhum papel [na mecânica clássica]" (1988, p. 103).

Outra consequência indesejável da visão semântica, é que as teorias passam a ser entidades "que não são bem definidas" (Giere, 1988, p. 86). Neste caso, torna-se difícil dizer se um modelo de pêndulo, por exemplo, faz parte da teoria da mecânica clássica. Se uma teoria não for bem definida, podemos fazer o que se pode chamar de "manobra de Feyerabend", que consiste em aumentar uma teoria refutada ou diminuir a teoria corroborada, de modo a torná-las incomensuráveis - uma vez que desse modo, qualquer uma das teorias explicará fenômenos que a outra não explica.

Embora se possa dizer que uma teoria é formada por um conjunto de modelos semelhantes, não há um critério para determinar o grau de semelhança suficiente que permita decidir se um modelo particular, como o do pêndulo, pertence à teoria newtoniana. Como o próprio Giere admite, esta questão "somente pode ser decidida pelo julgamento dos membros da comunidade científica da época" (1988, p. 86). Neste sentido, diz Giere, "as teorias são não apenas construídas mas também socialmente construídas" (1988, p. 96). Como veremos adiante, ao colocar como único critério para questões epistemológicas a decisão da comunidade científica, perde-se a objetividade da avaliação e entre-se em um círculo vicioso: como determinar qual é a comunidade científica, sem pressupor, de antemão, uma concepção acerca do que é a metodologia correta e de quais são as teorias que podem ser consideradas científicas?

Apesar disso, a visão semântica tem sido desenvolvida e utilizada por vários filósofos (Giere, 1979, 1988; Suppe, 1977), além do próprio van Fraassen (1980).

6.2 A abordagem cognitiva

Usar a ciência para compreender a própria ciência: este projeto, chamado de "naturalização da epistemologia" (a epistemologia é a parte da filosofia que estuda o conhecimento, incluindo-se aí, o conhecimento científico) rejeita o caráter *a priori* da filosofia.

Uma das linhas mais férteis dentro desta abordagem consiste no uso de modelos das ciências cognitivas para explicar o conhecimento. Esta tendência já aparece em Kuhn, quando ele menciona que a mudança de paradigma assemelha-se a uma mudança de *gestalt*. Kuhn usou, neste caso, a psicologia da *gestalt* para explicar um aspecto do conhecimento. Hoje, porém, a abordagem cognitiva vale-se das ciências cognitivas para elaborar modelos que expliquem tanto o conhecimento comum como o conhecimento científico.

O termo "ciências cognitivas" engloba uma série de disciplinas que estudam os fenômenos mentais e o comportamento. Entre elas estão a inteligência artificial (que é um ramo das ciências da computação); a psicologia cognitiva e as neurociências. Trata-se, portanto, de uma abordagem interdisciplinar, que utiliza noções de psicologia, da informática e da neurofisiologia do sistema nervoso.

As teorias científicas são tratadas aqui, por exemplo, não como entidades lingüísticas, mas como "modelos mentais" ou "representações mentais". Al-guns representantes dessa linha valem-se de modelos psicológicos da percepção, formação de imagens, memória, etc. (Nersessian, 1984, 1992); outros, como Thagard (1988, 1992), defendem uma "filosofia computacional da ciência", empregando programas de computador para avaliar teorias; finalmente, há os

que usam nossos conhecimentos acerca da fisiologia do cérebro para estudar nossas representações mentais (Churchland, 1989).

A abordagem cognitiva preocupa-se então em como o cientista elabora modelos mentais dos fenômenos e como ele avalia e julga essas representações. Uma das críticas feitas a essa abordagem é seu caráter circular: como validar a filosofia através de princípios científicos que por sua vez teriam de ser validados pela filosofia? Uma resposta a esta questão é que os defensores da abordagem cognitiva preocupam-se apenas em explicar a ciência e não em justificar ou validar a ciência. Eles já partiam da idéia de que o sucesso da ciência não é questionado (pelo menos na cultura ocidental). Outra dificuldade é a de explicar o caráter normativo da filosofia da ciência, que não se preocupa em como o cientista age, mas em como ele deveria agir.

Um dos representantes mais importantes da abordagem cognitiva em filosofia da ciência, Paul Thagard (1992), elaborou um programa de computador (ECHO) que avalia teorias científicas em função da chamada coerência explanatória. A busca do culpado por um crime, por exemplo, pode ser considerada um exercício de coerência explanatória: a hipótese de que determinada pessoa cometeu um crime tem de ser coerente com uma série de evidências e de outras hipóteses (Thagard, 1992). Algo semelhante ocorre na avaliação das teorias científicas: a teoria da combustão suplantou a teoria do flogisto por ter maior coerência explanatória.

A idéia de coerência explanatória, por sua vez, leva em conta a capacidade que cada hipótese da teoria tem de explicar maior número de evidências, de unificar os fatos, de seu caráter *ad hoc*, etc. Há, portanto, algo em comum com as qualidades de uma boa teoria de Kuhn e com os objetivos propostos por Watkins e outros filósofos. A diferença é que Thagard procura realizar uma espécie de avaliação holística da teoria, já que, para ele, a rejeição em ciência é um processo complexo, envolvendo a coerência explanatória de uma teoria formada por uma série de hipóteses: algumas dessas hipóteses podem entrar em conflito com algumas evidências, mas se explicarem outras evidências não serão obrigatoriamente abandonadas (ou desativadas no programa de computador). O que vai interessar é a coerência explanatória total da teoria, que só pode ser obtida através de modelos computacionais. (Mais sobre a abordagem cognitiva em Abrantes, 1993; Giere, 1988, 1992; Thagard, 1988, 1992.)

7. Conclusão

Coexistem hoje linhas filosóficas diferentes acerca da natureza do método científico, principalmente em relação aos critérios para a avaliação das teorias científicas. Enquanto o bayesianismo (Howson & Urbach, 1989) e os defensores do racionalismo crítico (Andersson, 1984; Bartley, 1984; Miller, 1994; Radnitzky, 1987; Watkins, 1984) procuram critérios objetivos e racionais para a avaliação

das teorias científicas, os relativistas (Brown, 1985; Knorr-Cetina, 1981; Pickering, 1984), acham que essas escolhas são determinadas unicamente por critérios sociais. Há também os que defendem critérios pragmáticos para a avaliação das teorias, que levam em conta a capacidade de uma teoria resolver problemas (Laudan, 1981, 1984) ou sua adequação empírica (van Fraassen, 1980). Há finalmente os que buscam uma solução para esses problemas na ciência cognitiva (Giere, 1988; Thagard, 1988, 1992) ou os que se valem de um formalismo rigoroso para resolver problemas como o da verossimilitude (Niiniluoto, 1987) – e a lista ainda poderia continuar por mais algumas linhas.

Apesar de todas as divergências, porém, alguns princípios metodológicos de caráter geral são aceitos pela maioria dos filósofos de ciência contemporâneos (excetuando-se relativistas extremados) e podem ser úteis à prática científica. Em linhas gerais, é bastante defensável a idéia de que o método científico é uma atividade crítica – embora a crítica possa estar mais ou menos constrangida pela cosmologia do momento histórico. Conseqüentemente, o desenvolvimento de um espírito crítico é importante para a compreensão e para a prática da atividade científica.

E isso vale inclusive para a ciência normal de Kuhn: neste caso, embora o paradigma não esteja sendo contestado, uma hipótese somente será aceita se resistir a testes severos: somente desse modo, o cientista pode exercer sua atividade de resolver “enigmas” (*puzzles*) e de “articular” o paradigma, demonstrando que ele é capaz de resolver problemas (Mayo, 1996).

Ainda falando em termos gerais, ser crítico (ou ser científico) significa admitir a possibilidade de erro, procurando então evidências para nossos juízos acerca dos fatos – embora o que seja considerado como evidência possa mudar ao longo da história. Procurar evidências significa não apenas criticar uma teoria com auxílio de um teste, mas também criticar o próprio teste, procurando testes cada vez mais severos – não faz sentido, por exemplo, abdicar de um teste duplo-cego para um medicamento em função de outro teste menos crítico, que não leve em conta a possibilidade de sugestão psicológica sobre o paciente ou que não procure minimizar a tendenciosidade do pesquisador. Nesta procura, nem o teste nem a teoria podem dar a última palavra – não há bases sólidas na busca do conhecimento. Isto não quer dizer, no entanto, que não possamos descobrir e superar contradições entre a teoria e o experimento ou entre duas teorias – afinal, problemas e anomalias podem ser tolerados provisoriamente, mas não devem ser ignorados (mesmo para um relativista moderado, como Kuhn, o acúmulo de anomalias pode vir a provocar a substituição de uma teoria por outra).

Embora haja discordância sobre critérios de avaliação de teorias, mesmo Kuhn admite que “qualidades” como o poder preditivo, a exatidão (que pode ser englobada pelo poder preditivo), a consistência, a capacidade de resolver problemas, etc. são importantes para a avaliação de teorias e são aceitas – em versões modificadas ou não – por praticamente todas as linhas filosóficas.

É preciso lembrar, também, que a decisão de adotar uma postura crítica, de procurar a verdade (mesmo sem nunca ter a certeza de que ela foi encontrada), e de valorizar a objetividade, é uma decisão livre. No entanto, como vimos, podemos mostrar que determinadas escolhas geram certas consequências que poderão ser consideradas indesejáveis pelo indivíduo ou pela comunidade.

As consequências de não se investir no rigor da crítica podem ser melhor visualizadas se analisarmos um caso extremo. Suponhamos, por exemplo, que se decida “afrouxar” os padrões de crítica a ponto de abandonar o uso de argumentos e a possibilidade de corrigir nossos erros com a experiência, abdicando assim de toda a discussão crítica. Que consequências este tipo de atitude poderia ter?

Se discussões críticas não têm valor, então não há mais diferença entre uma opinião racional – fruto de ponderações, críticas e discussões que levam em conta outros pontos de vista – e um mero preconceito, onde conceitos falsos são utilizados para julgar pessoas através do grupo a que pertencem, levando a discriminações. Não há mais diferença entre conhecimento genuíno e valores autênticos e ideologia – no sentido de falsa consciência, isto é, no sentido de um conjunto de crenças falsas acerca das relações sociais, que servem apenas para defender os interesses de certos grupos. Não há mais diferença, enfim, entre ciência e charlatanismo – qualquer poção milagrosa, por mais absurda que seja, estaria em pé de igualdade com o mais testado dos medicamentos.

Finalmente, como diz Popper, se admitirmos não ser possível chegar a um consenso através de argumentos, só resta o convencimento pela autoridade. Portanto, a falta de discussão crítica seria substituída por decisões autoritárias, soluções arbitrárias e dogmáticas – e até violentas –, para se decidir uma disputa.

A partir desse caso extremo, pode-se inferir que quanto mais afrouxarmos nossos padrões de crítica, mais iremos contribuir para nos aproximarmos desta situação extrema. Repetindo: a decisão final será sempre um ato de valor, que, no entanto, pode ser esclarecida pelo pensamento, através da análise das consequências possíveis de determinada decisão.

CAPÍTULO 3

A Pesquisa Científica

Neste capítulo serão discutidos mais extensamente alguns conceitos relevantes para a prática da pesquisa científica. O objetivo não é, no entanto, fornecer uma série de regras prontas, e sim estimular uma reflexão crítica acerca da natureza dos procedimentos utilizados na pesquisa científica.

1. Problemas

A percepção de um problema deflagra o raciocínio e a pesquisa, levando-nos a formular hipóteses e realizar observações.

Em relação ao conhecimento científico, os problemas podem surgir do conflito entre os resultados de observações ou experimentos e as previsões de teorias; de lacunas nas teorias ou, ainda, de incompatibilidade entre duas teorias. Einstein percebeu, por exemplo, que havia uma incompatibilidade entre a mecânica de Newton e a eletrodinâmica de Maxwell; a observação de várias espécies de aves muito parecidas, no arquipélago de Galápagos, abalou a confiança de Darwin na teoria fixista, que dizia que as espécies eram imutáveis.

Uma vez que a maioria dos problemas estudados pelos cientistas surge a partir de um conjunto de teorias científicas que funciona como um conhecimento de base, a formulação e a resolução de problemas científicos só podem ser feitas por quem tem um bom conhecimento das teorias científicas de sua área. Por isso, é importante familiarizar-se com as pesquisas mais recentes de determinada área do conhecimento através de pesquisa bibliográfica.

Há sempre problemas novos em qualquer campo da ciência. Mesmo fenômenos bastante estudados – como o funcionamento da membrana da célula, o mecanismo da evolução, a origem da vida e a evolução do homem ou a