

ECCO 5034

SALMON, W. *Lógica*. RJ: Zahar, 1978.

SANTOS, B. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. SP: *Revista de Estudos Avançados*, Vol. II, Edusp, 1988.

VARGAS, M. *Metodologia da pesquisa tecnológica*. RJ: Globo, 1985.

WARTOFSKY, M. *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Ed., 1968.

CARVALHO, M.C.M. A construção do saber científico: algumas posições. In: CARVALHO, M.C.M. org. *Construindo o saber. Metodologia científica, fundamentos e técnicas*. Campinas, SP: Papirus, 1989, p.63-86.

Capítulo IV

A CONSTRUÇÃO DO SABER CIENTÍFICO: ALGUMAS POSIÇÕES

Maria Cecília Maringoni de Carvalho\*

1. Considerações introdutórias

As reflexões críticas acerca dos fundamentos da ciência vêm sendo elaboradas desde tempos remotos. Podemos dizer que filósofos e cientistas em geral sempre buscaram alcançar uma compreensão adequada do que vem a ser o saber científico, como ele procede, em que consistem seus métodos, como a ciência atinge seus resultados, qual a sua credibilidade etc. A investigação teórica acerca do fenômeno "ciência" tem recebido, ao longo dos anos, diversas denominações; as mais conhecidas são: epistemologia, teoria da ciência, filosofia da ciência e, também, metodologia. A metodologia seria uma parte mais restrita da epistemologia, pois, como a palavra sugere, ela investiga fundamentalmente os métodos, ou seja, os procedimentos que a ciência deve seguir para alcançar com êxito seu ideal, que é a produção do saber. Mas ela se preocupa também em articular os critérios que nos permitem avaliar o desempenho de teorias já formuladas e que nos possibilitam, ainda, decidir entre teorias concorrentes.<sup>1</sup>

Durante séculos, porém, tais reflexões epistemológicas não constituiriam uma disciplina independente, mas foram empreendidas no quadro de uma

\* Doutora em Filosofia pela Universidade de Munique, República Federal da Alemanha. Professora de Filosofia da Pucéamp.

1. Para se ter uma boa visão dos empenhos epistemológicos desenvolvidos através da história recomendamos a leitura de J. LOSEE, *Introdução histórica à filosofia da ciência*, São Paulo, Edusp, Belo Horizonte, Itatiaia, 1979.

metafísica ou de uma teoria do conhecimento, quando não se apresentavam como uma espécie de subproduto da própria atividade científica.

A partir da segunda metade do século XIX esta situação começa, aos poucos, a se alterar. Em virtude dos êxitos grandiosos obtidos pelas ciências naturais, a filosofia não podia deixar de tematizar essa situação, fazendo da ciência um de seus objetos privilegiados de estudo.

Historicamente, a constituição de uma teoria da ciência como disciplina filosófica autônoma se deveu a um grupo de filósofos e cientistas que, no decorrer da década de 20, se reuniram em torno de Moritz Schlick em Viena. O grupo, conhecido sob o nome de Círculo de Viena, fundou uma das mais influentes correntes filosóficas e epistemológicas de nosso tempo: O Empirismo Lógico (conhecido também como Positivismo Lógico ou Neopositivismo). Seus principais integrantes foram, além de Schlick, Rudolf Carnap, Otto Neurath, Hans Hahn etc. O programa filosófico do Círculo de Viena foi ganhando cada vez mais em influência, sobretudo nos países anglo-saxões, onde suas investigações não se limitaram ao campo da teoria da ciência, mas estenderam-se aos domínios da ética, da filosofia da linguagem e da filosofia da história. Tal corrente, que emergiu do Empirismo Lógico, recebeu mais tarde o nome de Filosofia Analítica.

É muito difícil, quando não impossível, delinear em poucas palavras a filosofia do Empirismo Lógico. Seus representantes sempre se caracterizaram pela autocrítica e por uma honestidade intelectual muito grande, o que acabou impondo uma série de revisões e modificações em suas posições.

Contudo, podemos nos perguntar o que foi que deu origem ao Empirismo Lógico e quais os princípios que nortearam sua busca de soluções. Segundo Stegmüller,<sup>2</sup> os pensadores que integraram o Círculo de Viena foram sensíveis à seguinte situação: de um lado, as ciências particulares apresentavam um estado caótico, podendo-se até duvidar da existência de um progresso nessa área. Apesar de a filosofia possuir um passado mais longo, imperavam aí correntes filosóficas conflitantes e sua história parecia a de uma polémica prolongada e sem perspectiva de solução.

Se este diagnóstico acerca do estado em que se encontrava a filosofia era correto ou não, a terapia adequada dependeria de uma análise das causas ou fatores responsáveis por ele. Tudo parecia indicar que tanto a matemática como as ciências naturais dispunham de um método rigoroso de controle de seus resultados, o que parecia faltar à filosofia. Na matemática, o controle é feito com base em processos lógicos; caso uma demonstração apresente erro lógico ela é rejeitada. Existe, pois, um critério objetivo acerca do que é sustentável ou do que deve ser abandonado. Nas ciências empíricas, o controle é feito com base na observação e na experimentação. A fantasia criadora do

cientista é admitida na fase de produção de hipóteses ou teorias. Todavia, uma vez elaborada a hipótese, ela deve ser submetida ao teste da experiência. Caso o teste revele que a hipótese em questão é falsa, ela deve ser abandonada ou corrigida.<sup>3</sup>

Nosso estudo pretende abordar, de modo sucinto, alguns problemas e tentativas de solução que caracterizaram três importantes concepções metodológicas da atualidade: o Empirismo Lógico, o Racionalismo Crítico de Karl R. Popper e a teoria desenvolvida por Thomas S. Kuhn.

#### A) Quanto ao Empirismo Lógico

Os empiristas lógicos construíram um ideal de ciência que se caracterizou basicamente pela adesão a dois princípios: *Princípio do Empirismo* — um enunciado ou um conceito só será significativo na medida em que possa uma base empírica, ou seja, na medida em que for fundado na experiência; *Princípio do Logicismo* — para que um enunciado ou sistema de enunciados possa valer como científico deve ser passível de exata formulação na linguagem da lógica.

Vejamos algumas das questões examinadas pela teoria da ciência do Empirismo Lógico: Que procedimentos podem ou devem ser utilizados no teste de teorias científicas? Qual a forma lógica das explicações científicas? Como é vista a relação entre um enunciado e sua base empírica? Como se deve conceber a relação entre um conceito e sua base empírica? Em que circunstância se pode dizer que o conhecimento científico é confiável?

#### B) Quanto ao Racionalismo Crítico de Karl R. Popper

Karl R. Popper é, sem dúvida, um dos mais influentes e significativos filósofos da ciência de nossa época. Muitas vezes ele é sumariamente classificado como empirista lógico ou neopositivista. Na realidade, porém, seu pensamento diverge em pontos essenciais das teses defendidas pelos empiristas lógicos. É verdade que havia um interesse comum a aproximá-lo dos filósofos do Círculo de Viena: a preocupação de caracterizar a ciência empírica por oposição a outras construções teóricas, a importância concedida à lógica na construção da metodologia e o valor atribuído à experiência como instância de teste para hipóteses ou teorias. De outro lado, sua relação com o Círculo de Viena foi antes de natureza crítica. Não se tratava, é verdade, de uma crítica apoiada em pressupostos incontestáveis relativamente aos do Círculo: era possível o diálogo, havia um debate fecundo entre eles.

3. Wolfgang STEGMÜLLER, *op. cit.*, vol. 1, pp. 277-284.

### C) Quanto à teoria de Thomas S. Kuhn

Today, como mostraremos em nosso trabalho, foi, sem dúvida, Thomas S. Kuhn quem introduziu modificações profundas na maneira de se compreender a ciência, na medida em que priorizou as dimensões históricas, sociais e psicológicas da pesquisa científica.

#### 2. *O Empirismo Lógico: a experiência como fundamento de conceitos científicos*

A ideia de que uma teoria que se pretende científica deva possuir uma base na experiência levou os empiristas modernos a examinar não apenas o problema da validade de enunciados universais empíricos — enunciados que traduzem leis ou hipóteses científicas —, e que resultou na controversia em torno do problema da legitimidade da indução,<sup>4</sup> mas o princípio empirista vai se refletir também no âmbito da semântica, ou seja, segundo o princípio empirista, também o significado dos conceitos científicos deve possuir uma base na experiência ou na observação.

Já não se trata mais de descrever a gênese dos conceitos científicos como um processo que se realizaria a partir do registro de dados, e que, mediante comparação dos objetos entre si, análise dos aspectos comuns e abstração das diferenças, se chegaria a um conceito geral, como pensavam os empiristas clássicos. O Empirismo Lógico não se preocupa mais em saber se os conceitos são adquiridos via abstração ou não; exige, contudo, que os conceitos científicos sejam passíveis de serem reduzidos a conceitos observacionais. O cerne da questão era o seguinte: se a ciência empírica pretende informar sobre o mundo empírico, real, factual, é preciso que seus conceitos tenham um fundamento empírico. Parece que essa pretensão só poderia ser realizada caso fosse possível mostrar que os conceitos da ciência eram passíveis de serem reduzidos, ou seja, traduzidos em uma linguagem observacional.

Não se pode negar que o núcleo dessa ideia seja intuitivamente plausível: exigir que teorias que pretendam ser informativas, que sustentam asseverar algo sobre o mundo factual, mostrem a relação que seus conceitos possuem com o real empírico. Contudo, esse ideal, ainda que plausível, mostrou-se não completamente isento de dificuldades, como veremos a seguir:

De que maneira se pode ou se deve entender a dependência de um conceito relativamente à experiência? Noutros termos, como se processa a redução de conceitos científicos a termos observacionais?

A princípio, Carnap e os representantes do Empirismo Lógico no Círculo de Viena eram de opinião que todos os conceitos científicos, sobretudo aqueles que pareciam estar mais distantes da observação, eram passíveis de

4. Ver, item 3.1 deste capítulo.

serem reduzidos a termos observacionais mediante definição. Todos os enunciados científicos deveriam ser passíveis de tradução em uma linguagem que só conteria termos observacionais.

Foi o próprio Carnap quem se deu conta de que essa redução “definicional” deparava com insuperáveis problemas. A dificuldade para se oferecer uma definição surgia já no nível dos chamados termos disposicionais. Termos disposicionais, como a palavra sugere, são termos que denotam uma disposição, ou seja, uma tendência de um determinado objeto para, sob determinadas circunstâncias ou condições de teste, apresentar uma determinada reação ou comportamento. Como exemplos de termos disposicionais poderíamos mencionar: frágil, solúvel, elástico, magnético, inteligente, introvertido etc. Para mostrar que tais termos não são passíveis de definição, exemplifiquemos com o auxílio do conceito “solúvel em água”. Parece não haver dúvida de que tal conceito tenha significação empírica. Entretanto, como veremos agora, as dificuldades que se enfrentam para se oferecer uma definição atingem também esse conceito; parece intuitivamente plausível definirmos “solúvel em água” da seguinte maneira — um objeto x é solúvel em água, uma vez satisfeitas as seguintes condições: se x é colocado na água, então x se desmancha.

Esta definição — aparentemente plausível — é todavia inadequada. O enunciado “se x é colocado na água, então x se desmancha” é uma condicional. E a lógica ensina que um condicional é verdadeiro sempre que seu antecedente for falso. Imagine-se que “a” seja um pedaço de madeira que nunca foi colocado na água. Sendo de madeira, certamente que “a” não é solúvel em água. Entretanto, de acordo com a definição proposta, seria considerado solúvel, dada a falsidade do antecedente. Em suma, a definição proposta não traduz o significado que desejaríamos dar ao termo “solúvel”, pois qualquer objeto que não fosse colocado na água satisfaria a definição.

Em vista da dificuldade ora apontada, tentou-se a seguinte solução: impor como condição prévia que o objeto fosse colocado na água, para só então cogitar se o mesmo seria ou não solúvel. Teríamos, então: se um objeto x é colocado na água, então ele é solúvel se e somente se ele se desmancha. Sentenças desse tipo foram denominadas por Carnap “sentenças redutoras”. Entretanto, se atentarmos melhor, verificaremos que tais sentenças não dão o significado total para o termo disposicional. Elas explicitam o predicado disposicional (em nosso caso, o termo “solúvel”) apenas para aquelas objetos que satisfazem a condição prévia (em nosso caso, a condição de ser colocado na água). Elas nada declaram a respeito de um objeto, quando a requerida condição prévia não pôde ser realizada.

As sentenças redutoras constituem um meio para a formulação das chamadas definições operacionais. Contudo, estas não podem, a rigor, ser caracterizadas como definições propriamente ditas; são apenas determinações ou interpretações parciais do significado de um conceito — já que o conceito é deixado em aberto, ele não é definido nos casos em que a requerida

condição prévia não é realizada. Além disso, os conceitos mais abstratos da física teórica não são passíveis de serem determinados por critérios operacionais. Nessa medida, vale dizer que o programa reducionista do empirismo lógico mostrou não ser de todo realizável. Tive o mérito, contudo, de chamar a atenção para o caráter aberto, para a chamada "open texture" dos conceitos disposicionais.<sup>5</sup>

### 3. O Racionalismo Crítico de Karl R. Popper

Segundo relato autobiográfico, Karl R. Popper (que nasceu em 1902 em Viena), desenvolveu os primeiros elementos de sua filosofia da ciência no ano de 1919, pouco após o término da Primeira Grande Guerra. Na época, a Europa encontrava-se imersa em grande crise. Assim ele se pronunciou:

"Após o colapso do Império Austríaco, a Áustria havia passado por uma revolução: a atmosfera estava carregada de *slogans* e idéias revolucionárias; circulavam teorias novas e freqüentemente extravagantes. Dentre as que me interessavam, a teoria da relatividade de Einstein era sem dúvida a mais importante; outras três eram a teoria de Marx, a psicanálise de Freud e a psicologia individual de Alfred Adler."<sup>6</sup>

O problema que o intrigou, levando-o à formulação de uma das teses fundamentais de sua teoria da ciência, recebeu a seguinte caracterização:

"Naquela época, não estava preocupado com as questões: 'Quando é verdadeira uma teoria?' ou 'Quando é aceitável uma teoria?' Meu problema era outro. Desejava traçar uma distinção entre a ciência e a pseudociência, pois sabia muito bem que a ciência freqüentemente comete erros, ao passo que a pseudociência pode encontrar acidentalmente a verdade."<sup>7</sup>

Popper enfocou a diferença fundamental que parecia haver entre, de um lado, a teoria da relatividade, e, de outro, as três teorias anteriormente mencionadas, da seguinte maneira:

"Percebi que meus amigos admiradores de Marx, Freud e Adler impressionavam-se com uma série de pontos comuns às três teorias, e sobretudo com sua aparente capacidade de explicação. Essas teorias pareciam poder explicar praticamente tudo em seus respectivos campos. O estudo de qualquer uma delas parecia ter o efeito de uma conversão ou revelação intelectual, abrindo os olhos para uma nova verdade escondida dos ainda não-iniciados."

5. Uma obra importante que nos apresenta o pensamento de R. Carnap, o qual corporifica, em certo sentido, a evolução do Empirismo Lógico, é a de A. PASQUINELLI, *Carnap e o positivismo lógico*, Lisboa, Edições 70, 1983; também W. STEGMÜLLER, *A filosofia contemporânea*, vol. 1, Cap. IX, São Paulo, EPU/Edusp, 1977, pp. 274-329, aborda momentos importantes do Empirismo Lógico e do pensamento de R. Carnap.

6. K. R. POPPER, *Ciência: conjecturas e refutações*, in *Conjecturas e refutações*, p. 64.

7. *Ibidem*, p. 63.

Uma vez abertos os olhos, podia-se ver exemplos confirmadores em toda parte: o mundo estava repleto de verificações da teoria. Qualquer coisa que acontecesse vinha confirmar isso."<sup>8</sup>

Indagando-se por que tais teorias pareciam confirmadas pela experiência, concluiu que tais confirmações eram apenas aparentes, pois o que ocorria era que os casos considerados confirmadores eram sempre interpretados à luz da teoria em questão, dando assim a ilusão de uma genuína confirmação.<sup>9</sup> De fato, porém, tais teorias não eram testadas com base na experiência: os resultados da experiência é que eram interpretados à luz da teoria; ou seja, a experiência era lida de um modo que ela sempre se acomodava à teoria. Fundamentalmente diferente parecia ser a situação concernente à teoria da relatividade. Esta teoria parecia aberta à refutação; parecia suscetível de ser derrubada em consequência de um teste empírico refutador. Popper lembra, nesse contexto, que a teoria geral da relatividade previa que a luz deveria ser atraída por corpos pesados. Einstein deu-se conta de que, caso sua teoria fosse verdadeira, a luz que vinha de uma estrela para a Terra, passando próxima do Sol, deveria refletir-se, em virtude da atração gravitacional do Sol. Tal previsão era testável e a experiência a corroborou em 1919. Como descreveu Popper, o aspecto relevante do caso era o "risco envolvido numa predição desse tipo".<sup>10</sup> Se as observações tivessem mostrado que o efeito previsto não ocorrera, a teoria em questão teria sido simplesmente refutada.<sup>11</sup>

Em suma, a teoria da relatividade pode, em princípio, mostrar-se incompatível com resultados de observação. Ela é, no dizer de Popper, "falsável", ou seja, refutável. As três teorias precedentes não são falsáveis; não são capazes de sustentar predições que possam, em princípio, colocar em risco as teorias em que se baseiam.

Tais reflexões levaram Popper a encontrar a solução para seu problema: o critério que distingue a ciência empírica das especulações pseudocientíficas é a falsabilidade. Uma teoria que pretende ser empírica, ou seja, que reivindica fazer assertões sobre o mundo real, factual, deve, em princípio, ser refutável. A capacidade que uma teoria tem de poder colidir com a realidade é a medida que temos para afirmar que tal teoria é informativa, que ela nos diz algo sobre a realidade.

Podemos resumir as considerações de Popper da seguinte maneira:

É fácil obter confirmações para quase toda teoria, uma vez que as procuremos. Por isso, as confirmações só devem ser levadas em conta caso resultem de predições arriscadas, isto é, predições que, se não realizadas, refutariam a teoria. "Toda teoria científica 'boa' é uma proibição: ela proíbe

8. K. R. POPPER, *op. cit.*, p. 64.

9. *Ibidem*, p. 65.

10. *Ibidem*, p. 65.

11. *Ibidem*, p. 66.

certas coisas de acontecer. Quanto mais uma teoria proíbe, melhor ela é.”<sup>12</sup> Uma teoria que não proibisse nada seria compatível com qualquer evento ou estado de coisas possível. Nesse caso, dificilmente poderíamos dizer que ela é informativa. Como diz Popper, “a irrefutabilidade não é uma virtude, como frequentemente se pensa, mas um vício”.<sup>13</sup>

Dai se segue que todo teste genuíno de uma teoria é uma tentativa de refutá-la. Uma teoria é testável na medida em que for possível dizer em que condições ela seria dada como falsa. A evidência confirmadora só deve ser levada a sério caso resulte de um teste genuíno da teoria, ou seja, caso ela resulte de uma tentativa séria, porém malograda, de refutar a teoria. Numa palavra, o que define o estatuto da ciência empírica para uma teoria é a sua testabilidade, refutabilidade ou falsabilidade.

Nas considerações acima estão contidas as idéias básicas da filosofia popperiana da ciência e que irão, juntamente com os resultados de sua crítica à indução, inspirar sua metodologia.

### 3.1. O problema da indução

Popper foi despertado para o chamado problema da indução em 1923, após leitura do empirista britânico David Hume (1711-1776). Segundo Hume, a experiência nos dá impressões sensíveis; tais dados de observação são apreendidos isoladamente um do outro; é o sujeito que estabelece conexões entre eles. Como tais conexões não provêm da experiência, devem ser consideradas produtos do sujeito cognoscente. Temos aí um empirismo radical, que tem por consequência a destruição do conceito de causalidade: conexões causais entre eventos do mundo sensível não são dados de experiência, porém, construções do sujeito. A experiência nos mostra apenas a sucessão de vários eventos, mas não atesta qualquer elemento de necessidade nessa sucessão. Ocorre que a idéia de necessidade está implícita na idéia de causalidade. Dizer que “A” é a causa de “B” é dizer que o evento “A” produz necessariamente o evento “B”. Segundo Hume, o fato de um acontecimento “A” vir sempre acompanhado de um acontecimento “B” não nos permite concluir que, no futuro, “A” virá sempre acompanhado de “B”. Na medida em Hume negou que possamos inferir qualquer coisa que transcenda o que nos foi dado na experiência, ele negou também qualquer base lógica ou racional à indução, pois a indução nada mais é que uma inferência cujas premissas descrevem dados de observação e cuja conclusão descreve um estado de coisas não-observado.

Todavia, Hume não negou que a indução (inferência indutiva) seja efetuada na vida prática. Explica o uso da indução fazendo apelo à força que

o hábito desempenha na vida de todos nós: observamos a seqüência repetida de dois eventos, com o tempo acosturmanos a essa repetição, e passamos a considerar o evento anterior como causa do subsequente.

Em suma, Hume nega que a indução possua uma base lógica. De um ponto de vista meramente lógico, a inferência indutiva não pode ser legitimada. Explica psicologicamente o fato de efetuarmos inferências indutivas recorrendo à força que o hábito desempenha em nossas vidas. Popper aceita o argumento lógico contra a indução. Discorda com respeito à solução do aspecto psicológico do problema. Segundo Popper, não é a observação de repetições que dá origem a uma convicção. Hume emprega a palavra “repetição” de um modo extremamente ingênuo:

A idéia central da teoria de Hume é a da repetição baseada na similaridade (ou semelhança). Essa idéia é usada de maneira muito pouco crítica; somos levados a pensar nas gotas de água a correr a pedra: seqüências de eventos inquestionavelmente semelhantes impoem-se a nós vagarosamente, como o funcionamento de um relógio. Mas devemos notar que, numa teoria psicológica como a de Hume, só se pode admitir que tenha efeito sobre o indivíduo aquilo que para ele se caracteriza como uma repetição, baseada em similaridade que só ele poderá identificar. O indivíduo deve reagir às situações como se fossem equivalentes; deve considerá-las similares; deve interpretá-las como repetições.<sup>14</sup>

A concepção ingênua, segundo a qual dois eventos seriam em si similares, precisa ser substituída pela tese segundo a qual é o sujeito que interpreta dois eventos como semelhantes. Como tais interpretações somente são possíveis se se pressupõe a existência de pontos de vista que tornam possível a identificação de duas coisas ou de dois eventos como semelhantes, parece refutada a tese de Hume de que as pessoas partem da observação da repetição e formulam expectativas acerca do futuro comportamento das coisas. A expectativa é — para Popper — a pré-condição para a observação de uniformidades e não uma consequência dela.

Fui levado portanto, por considerações puramente lógicas, a substituir a teoria psicológica da indução pelo ponto de vista seguinte: em vez de esperar passivamente que as repetições nos imponham suas regularidades, procuramos de modo ativo impor regularidades ao mundo. Tentamos identificar similaridades e interpretá-las em termos de leis que inventamos. Sem nos detemos em premissas, damos um salto para chegar a conclusões — que precisamos pôr de lado, caso as observações não as corroborarem.<sup>15</sup>

“A crença segundo a qual a ciência própria da observação à teoria é absurda; a ‘observação’ é sempre seletiva: exige um objeto, uma tarefa

12. K. R. POPPER, *op. cit.*, p. 66.

13. *Ibidem*, p. 66.

14. K. R. POPPER, *op. cit.*, p. 74.

15. *Ibidem*, p. 75-76.

definida, um ponto de vista, um interesse especial, um problema." 16 O conhecimento não tem início com a experiência, mas com uma teoria, que no confronto com a experiência é corroborada ou refutada. A ciência começa com a percepção de um problema, o qual nada mais é do que a discrepância entre a teoria, convicção ou expectativa e os dados da observação. Sem uma teoria prévia não é possível qualquer observação.

A metodologia de Popper resulta — como mostraremos a seguir — da união de duas teses: da solução que ele apresenta ao problema da indução e de sua resposta ao problema da demarcação.

### 3.2. Uma metodologia negativa

A moderna metodologia da ciência foi altamente influenciada por Karl R. Popper, sobretudo por sua obra intitulada *Logik der Forschung (A lógica da pesquisa científica)*, publicada em meados dos anos 30.

Stegmüller assim resumiu os principais pontos de sua metodologia 17.

1) Popper não exige que os enunciados da ciência empírica sejam passíveis de verificação ("verificação" significa, nesse contexto, "demonstração da verdade"). Pois, se reservássemos o predicado "científico" somente a aqueles enunciados verificáveis, seríamos obrigados a considerar como não-científicos exatamente aqueles enunciados mais interessantes, ou seja, enunciados que exprimem leis naturais ou teorias, pois tais enunciados não são passíveis de verificação. Por que enunciados que exprimem leis não são examináveis de verificação? Para responder a essa pergunta é suficiente que examinemos a estrutura lógica dos enunciados nomológicos, isto é, que exprimem leis, e a dos enunciados que descrevem dados de observação. Os enunciados nomológicos são estritamente universais, isto é, pretendem valer para qualquer tempo e lugar, enquanto que os enunciados de observação são singulares, quer dizer, descrevem um evento ou fato ocorrido em um determinado tempo e em um determinado lugar. Os dados de experiência são, pois, extraordinariamente limitados. Se alguém quisesse verificar — portanto, demonstrar a verdade de — um enunciado nomológico, precisaria examinar todo o universo (em toda a sua amplitude espaço-temporal) e só após o término desse exame poderia falar em verificação, desde que, obviamente, nenhum contra-exemplo tivesse sido encontrado. É claro que uma tal verificação é impossível.

2) Diante desse argumento muitos empiristas abandonaram a exigência de verificação conclusiva e passaram a exigir somente a confirmação para os enunciados universais. Para Popper essa exigência mais "liberal" não consegue

16. K. R. POPPER, *op. cit.*, p. 76.

17. Wolfgang STEGMÜLLER, *Modeme Wissenschaftstheorie. Ein Überblick Teil II. Theorie der empirischen Wissenschaften*, in *Naturwissenschaften* 66, pp. 440-441.

alerrar fundamentalmente o estado da questão, pois enunciados pseudocientíficos são passíveis de confirmação. Logo, a possibilidade de confirmação positiva não pode servir como critério para estabelecer as fronteiras entre a ciência e a pseudociência. Conseqüentemente, o método da ciência não pode ser o da busca de verificação ou de confirmação de hipóteses.

3) Para Popper o método das ciências empíricas deve ser caracterizado de outra forma. Ele parte de uma nova idéia de ciência: abandona aquele ideal aristotélico, segundo o qual a ciência estaria em condições de propiciar um saber definitivo. A atitude de Popper frente ao problema do conhecimento difere da atitude da maioria dos filósofos. Ele não propõe caminhos ou um método que nos conduza invariavelmente à verdade. Tais caminhos não existem. A ciência não se distingue da metafísica pelo fato de proceder metódica e rigorosamente, enquanto que a metafísica especularia. Segundo Popper, tanto a ciência como a metafísica especulam. Somente através da especulação é que temos ao menos uma chance de acesso a algum enunciado verdadeiro acerca da realidade. Como surgem as hipóteses, de onde elas provêm, isso é secundário. 18 Importa saber se nossas hipóteses são testáveis empiricamente ou não. A recomendação metodológica de Popper pode ser a seguinte:

Não se atenha ao estritamente observável; invente hipóteses ricas, conjecturas audaciosas e fecundas, que possuam alto grau de conteúdo informativo, capazes de propiciar predições testáveis.

Parece que Popper tem razão nesse ponto: se os cientistas não tivessem ousado formular hipóteses que ultrapasassem o horizonte do estritamente observável, certamente nenhuma das grandiosas descobertas e invenções teria sido possível.

4) O método popperiano compreende, pois, dois momentos: o primeiro momento é o da criatividade, da construção, da formulação de hipóteses ousadas, ricas em teor informativo; o segundo momento é o do teste dessas hipóteses. O teste deve ser rigoroso, encarado como tentativa séria de refutação ou falsamento. O que caracteriza o procedimento científico é a busca de hipóteses testáveis e a conseqüente disposição para procurar refutá-las. O que caracteriza a pseudociência é que ela recorre a uma estratégia de imunização para contornar a refutação. Quando uma previsão astrológica se revela falsa, o astrólogo encontra uma série de desculpas para isso; não aceita a refutação, fazendo valer que as condições para que a predição se confirmasse não foram realizadas e que, portanto, a refutação foi meramente aparente. 19

5) O modelo indutivista de ciência é substituído por uma concepção hipotético-dedutiva. Ou seja, toda ciência parte de um fato-problema que reclama por uma hipótese explicativa. A hipótese formulada para explicar o fato deve ser submetida a teste. O teste se processa da seguinte maneira:

18. K. R. POPPER, *As origens do conhecimento e da ignorância*, in *Conjecturas e refutações (op. cit.)*, p. 58.

19. W. STEGMÜLLER, *op. cit.*

Da hipótese em questão são deduzidas algumas consequências preditivas. Tais consequências são confrontadas com os fatos. Caso elas se mostrem falsas, a hipótese é dada por refutada (falsada). Se se revelarem verdadeiras, a hipótese em questão é dada por corroborada. “Corroborada” não significa “confirmada como verdadeira ou como provável”. Significa apenas que a hipótese em tela resistiu até então às tentativas de refutação; até então a hipótese mostrou sua ténpera, não tendo sido falsada; a corroboração nada indica a respeito do futuro de uma hipótese, ou seja, um dia ela poderá ser refutada.

A teoria clássica da ciência sempre considerou que para que um conhecimento merecesse o predicado “científico” deveria repousar em bases sólidas e seguras, capazes de garantir certezas absolutas e verdades indubitáveis. Daí o intento de muitas epistemologias no sentido de isolar um ponto arqui-médico do conhecimento, capaz de sustentar todo o edifício da ciência (Descartes parece oferecer um exemplo desse tipo de epistemologia, mas há sem dúvida muitos outros na história da filosofia). Popper rompe com essa tradição. O preço que se paga pela posse de certezas, de verdades indubitáveis, é muito alto: é a perda de conteúdo empírico, a conquista da trivialidade. Ou, como diz Popper: sentenças do tipo “todas as mesas são mesas” são muito mais certas e indubitáveis do que as teorias de Newton ou de Einstein. Mas, na medida em que são certas, são também desinteressantes, desprovidas de conteúdo, triviais. A meta da ciência não deve ser, por conseguinte, a busca de fundamentos inabaláveis ou de certezas indubitáveis, mas sim, a construção de hipóteses férteis que ofereçam solução para algum problema.<sup>20</sup>

Para finalizar, devemos dizer que para Popper o conhecimento científico sempre conserva seu caráter hipotético, conjectural. Por maior que seja o grau de corroboração de uma hipótese ela não perde seu caráter de conjectura. Nunca se pode ter certeza se ela é verdadeira ou não.

O conhecimento científico é o resultado de uma tensão entre nosso conhecimento e nossa ignorância. Aprendemos com nossos erros e o conhecimento avança unicamente por meio do enfrentamento de um obstáculo, isto é, da consciência do erro e consequente correção do mesmo.<sup>21</sup> Popper salienta muitas vezes que a ciência tem sua origem em problemas e não propriamente na observação pura e simples. Fato é que não existe observação pura, mas toda observação é guiada por um interesse, noticiada por uma expectativa, impregnada por uma teoria. O problema consiste — como dissemos — na discrepância entre nossas teorias (expectativas, convicções, antecipações) e os dados de observação. Toda teoria fecunda, valiosa, oferece resposta aos problemas para os quais foi chamada a solucionar, mas suscita novos problemas. A maior contribuição que uma teoria pode dar ao progresso do conhecimento

20. K. R. POPPER. Dnas faces do senso comum, in *Conhecimento objetivo*, p. 60.

21. *Idem*, Verdade, racionalidade e a expansão do conhecimento, in *Conjecturas e refutações* (op. cit.), p. 242.

reside em sua capacidade de levantar problemas. Sendo assim, o conhecimento não apenas tem origem em problemas; ele tem-na sempre em problemas de maior profundidade e fecundidade.

#### 4. Thomas S. Kuhn ou O desafio da história

As teses de Popper provocaram a reação de muitos filósofos, sobretudo daqueles voltados para o estudo da história da ciência, como é o caso de Thomas S. Kuhn. Físico teórico, em 1962 lançou seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, que teve enorme ressonância entre filósofos, historiadores, sociólogos e psicólogos.

Segundo Kuhn, nem o empirismo lógico nem a teoria de Popper são capazes de oferecer uma compreensão adequada da ciência. Sendo esta um fenômeno histórico, só pode ser adequadamente apreendida por uma teoria que leve em conta sua dimensão histórica.

A teoria de Kuhn gravita em torno de quatro categorias fundamentais, com o auxílio das quais pretende reconstruir a dinâmica da ciência: ciência normal, paradigma, crise e revolução.

##### 4.1. A ciência normal

Para compreendermos o que vem a ser uma revolução científica é necessário que acompanhem os desenvolvimentos de uma ciência no decorrer de um período mais ou menos prolongado de tempo. O significado de “uma revolução” somente se torna patente quando contrastado com os períodos que a precederam e a sucederam.

Kuhn distingue a fase que ele chama de “ciência normal” da fase da “ciência revolucionária”. O que é a ciência normal? Podemos dizer que a maioria dos cientistas se ocupa durante toda sua vida profissional com aquilo que Kuhn denomina “ciência normal”. Através de instrução e treinamento recebidos, o cientista normal desenvolve uma determinada concepção acerca da natureza, um modo especial de enxergar a realidade, objeto de investigação de sua área de pesquisa. Tal concepção da natureza ou modo de ver a realidade não deixa de possuir as características de preconceitos ou presunções acerca de como a natureza é constituída. Esses preconceitos adquiridos moldam-lhe a visão da realidade, de sorte que o cientista normal acredita que o universo se ajusta efetivamente às suas concepções, preconceitos ou presunções. A ciência normal “reprime por vezes novidades fundamentais”, pois estas são necessariamente “subversivas”.<sup>22</sup>

22. T. S. KUHN. *A estrutura das revoluções científicas*, p. 24.

A ciência normal não está, primariamente, orientada para a descoberta do novo. Pelo contrário, sua preocupação básica é a de submeter a natureza a esquemas conceituais fornecidos pela educação profissional. 23

Além de equipar o futuro cientista com uma determinada visão de mundo, o período de formação ou socialização se destina também a habilitar o educando a desenvolver técnicas que o auxiliem futuramente no manejo metódico dos fenômenos naturais. Ensina-o a operar com aparelhos e instrumentos, a realizar pesquisas. Tal aprendizado não se processa apenas no nível teórico, mas é imitando e praticando que o candidato a cientista desenvolve a habilitação necessária à vida profissional. 24

(...) o processo de aprendizado de uma teoria depende do estudo das aplicações, incluindo-se aí a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, seja com instrumentos num laboratório. Se, por exemplo, o estudioso da dinâmica newtoniana descobrir o significado de termos como 'força', 'massa', 'espaço' e 'tempo', será menos porque utilizou as definições incompletas (embora algumas vezes teis) do seu manual, do que por ter observado e participado da aplicação desses conceitos à resolução de problemas. 25

Este processo de aprendizagem através de exercícios com papel e lápis ou através da prática continua durante todo o processo de iniciação profissional. 26

O que mais pode ser dito acerca da fase de preparação para a ciência normal?

Além de internalizar uma concepção teórica e de aprender técnicas, os iniciantes mantêm contato com uma outra fonte de saber no âmbito da ciência normal, a qual tem a ver com aquilo que M. Polanyi chamou de conhecimento-tácito. 27 Trata-se de uma espécie de saber não-pronunciado ou explicitamente formulado que se transmite naturalmente do professor para o aluno, sem que o processo lhes seja consciente. Tal conhecimento tácito funda-se na interiorização de determinadas formas sociais de comportamento e no desenvolvimento de uma determinada postura mental. Isso envolve não só a incorporação de determinadas maneiras de lidar com outros membros da comunidade científica, mas também a tomada de consciência de que determinados temas acabam merecendo abordagem privilegiada, enquanto que acerca de outros prefere-se o silêncio.

23. *Ibidem*, p. 24.

24. Vide H. G. SCHNEIDER, *Wissenschaftliche Revolution*, in *Psychologie heute* — Sonderdruck — Wissenschaftskritik, p. 7.

25. T. S. KUHN, *op. cit.*, pp. 71-72

26. *Ibidem*, p. 72.

27. M. POLANYI, *The tacit dimension*, Thomas S. KUHN, Posfácio, in *op. cit.*, p. 237 ss. Vide H. G. SCHNEIDER, *op. cit.*

Todo esse conjunto de hábitos se faz necessário para um trabalho científico bem-sucedido. Difícilmente esses hábitos são postos em discussão, pois toda essa rede de posturas, técnicas e saberes é muito pouco transparente.

O fato de os cientistas usualmente não perguntarem ou debaterem a respeito do que faz com que um problema ou solução particular sejam considerados legítimos nos leva a supor que, pelo menos intuitivamente, eles conhecem a resposta. Mas esse fato pode indicar tão-somente que nem a questão nem a resposta são consideradas relevantes para suas pesquisas. 28

Passemos agora a estudar uma outra categoria fundamental para Kuhn: o paradigma.

#### 4.2. O paradigma

Os primórdios de uma disciplina científica são caracterizados, em geral, pela concorrência entre diversas escolas ou tendências. Numa fase inicial não existe consenso no que diz respeito à natureza dos respectivos fenômenos, nem quanto aos métodos adequados à sua investigação. Prevalece um debate intenso em torno de questões fundamentais da área de investigação, que só chegará a termo no momento em que emergir uma construção teórica, acolhida como superior às suas correntes, e que se afigura tão atraente e promissora que passa então a receber adesão da maioria dos cientistas. 29

A Física, a Química e a Biologia, bem como a maioria de suas ramificações, há muito que lograram alcançar esse nível de maturidade. A aceitação de uma construção teórica pela maioria dos cientistas costuma pôr fim às controvérsias e polémicas acerca dos fundamentos de uma disciplina. Uma tal construção é, via de regra, tão convincente e sedutora que passa a oferecer a base teórica e metodológica para o trabalho subsequente na disciplina em questão. A uma realização científica dessa envergadura, Kuhn dá o nome de paradigma. Como exemplos de paradigmas Kuhn menciona, entre outros, a Física de Aristóteles, a Astronomia de Ptolomeu e a de Copérnico, a Óptica de Newton etc.

A partir do momento em que um paradigma se impõe frente a uma comunidade de pesquisadores, verificam-se as seguintes consequências. 30

a) *no plano cognitivo*: surge consenso no que diz respeito à natureza dos fenômenos (por exemplo, quanto à natureza da luz, será ela composta de partículas de matéria, ou será um movimento ondulatório, ou ainda composta de fótons, ou seja, de entidades quântico-mecânicas que exibem características de ondas e outras de partículas etc.). Desaparecem, portanto, as escolas e teorias rivais acerca da constituição dos fenômenos.

28. T. S. KUHN, *op. cit.*, p. 71.

29. *Ibidem*, pp. 23, 32 ss., 37.

30. K. BAYERLZ, *Wissenschaftstheorie und Paradigmenbegriff*, pp. 20-21.

b) *no plano social*: surge uma comunidade de cientistas que possuem as mesmas convicções, que partilham o mesmo paradigma. Constitui-se, assim, um grupo homogêneo, que transmite a seus discípulos uma mesma doutrina.

O paradigma caracteriza, portanto, o conjunto de tudo aquilo que une os membros de uma comunidade científica. Pelo fato de o paradigma possuir também uma dimensão social é que ele não pode simplesmente ser substituído pelo conceito de teoria.

Em seu ensaio *A estrutura das revoluções científicas*, o conceito de paradigma não apresenta um significado preciso, razão pela qual alguns críticos passaram a duvidar da fecundidade de um tal conceito; M. Maseraman,<sup>31</sup> que efetuou uma análise do conceito de paradigma na obra de Kuhn, detectou 21 acepções diferentes desse conceito, as quais podem ser agrupadas em três categorias:

1) O primeiro significado é de cunho filosófico. Em algumas passagens, Kuhn fala que a ciência envolve um elemento de fé, que o paradigma determina nossa imagem de mundo e de todo o nosso modo de perceber a realidade. A paradigma fornece ao cientista uma espécie de cosmovisão, ou seja, um arcabouço teórico de cunho bem geral, o qual não é o resultado direto de experiências, mas que direciona qualquer experiência.

2) O segundo significado do conceito de paradigma refere-se à estrutura social da comunidade científica; nesse sentido, Kuhn caracteriza os paradigmas como "realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência".<sup>32</sup> Uma vez que os paradigmas são reconhecidos pela maioria e fornecem a base para a pesquisa subsequente, ele adquire uma dimensão normativa, na medida em que prescreve aos pesquisadores quais os procedimentos que são legítimos e quais não o são. O paradigma representa, então, aquela sólida rede de compromissos ou adesões<sup>33</sup> que delimita o quadro da estratégia a ser adotada.

3) O terceiro significado do conceito de paradigma refere-se ao fato de que, na ciência, freqüentemente ocorre que uma determinada realização científica é tomada como modelo para soluções de problemas em outras áreas de estudo. Nesse sentido, o paradigma desempenha o papel de um instrumento de pesquisa; isto quer dizer que um determinado problema científico é tratado como sendo um caso especial ou particular de um outro problema, para o qual já existe uma solução paradigmática.

É pelo paradigma que determinada região da realidade é recortada, delimitada e transformada em objeto de pesquisa científica. O que transcende os limites dessa região não interessa normalmente ao cientista ou não precisa

31. M. MASTERMANN. A natureza de um paradigma, in I. LAKATOS e A. MUSGRAVE (orgs.) *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*, pp. 72-108.

32. T. S. KUHN, *op. cit.*, p. 13.

33. *Ibidem*, p. 65.

interessá-lo. Com isso, o espaço em que se desenvolvem os problemas se restringe ao âmbito daquilo que é coberto pelo paradigma. Já estão os problemas considerados legítimos; o que ultrapassa essas fronteiras é desqualificado como não-científico.

Posto isso, entende-se por que Kuhn compara a atividade do cientista normal com a de um solucionador de quebra-cabeças. Quem se propõe a resolver um quebra-cabeça sabe, de antemão, que ele comporta solução. Assim também o cientista normal parte do pressuposto de que as questões definidas no horizonte de um paradigma admitem solução no próprio âmbito do paradigma. Até mesmo as respostas às questões possíveis são de certa forma antecipadas ou prefiguradas; de sorte que é possível pressentir como se afigurará a solução de um quebra-cabeça científico.

Outra característica do paradigma é que ele não é propriedade individual de um único cientista, porém, propriedade coletiva da comunidade científica. Por receber adesão coletiva, ele é tido por inatacável.<sup>34</sup> Como diz Kuhn, "é precisamente o abandono do discurso crítico que assinala a transição para uma ciência".<sup>35</sup>

Daí decorre que, quando algum cientista não obtém êxito na solução de um quebra-cabeça, a comunidade não considera que o paradigma foi rejeitado, mas atribui o fracasso à incompetência do cientista. Kuhn nega a existência de experiências falsificadoras (no sentido de Popper). Não nega, naturalmente, a existência de fenômenos recalcitrantes, que não se ajustam facilmente ao paradigma. Nega que eles tenham a função que Popper lhes atribui. Havendo discrepância entre efeito prognosticado e teoria, a responsabilidade não é da teoria e sim da pessoa que a utiliza mal. Uma vez que o paradigma é propriedade coletiva, ele goza de certas imunidades, tem existência duradoura e não perde facilmente sua credibilidade.

Kuhn não se cansa de pôr em relevo os traços conservadores da ciência normal. A aceitação de um paradigma facilmente leva os pesquisadores a ignorar aquilo que não se ajusta à concepção paradigmática. Outra consequência da adesão ao paradigma é uma dose de tolerância, que culmina muitas vezes em uma resistência dos cientistas a novas descobertas. Além disso, não se pode esquecer, a atividade científica tem um forte componente social. Isso faz com que qualquer inovação dentro desse processo passe a ser vista como uma forma de comportamento desviante. Contudo, esse caráter dogmático da ciência normal parece ser indispensável ao seu funcionamento.<sup>36</sup>

34. Vide H. G. SCHNEIDER, *op. cit.*

35. T. S. KUHN. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?, in I. LAKATOS e A. MUSGRAVE, *op. cit.*, p. 12.

36. T. S. KUHN. A função do dogma na investigação científica, in Jorge Dias de DEUS (org.), *A crítica da ciência*, pp. 53-80; vide T. S. KUHN. *A estrutura das revoluções científicas* (*op. cit.*), p. 45; vide T. S. KUHN. The essential tension/tradition and innovation in scientific research in C. W. TAYLOR (org.), *The Third (1969) University of Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*, pp. 162-174.

Em um trabalho intitulado *The essential tension* (A tensão fundamental),<sup>37</sup> Kuhn faz valer que somente aqueles pesquisadores fortemente enraizados na tradição científica dominante é que têm chances de romper com ela e criar uma nova tradição de pesquisa. Parece paradoxal: apesar de a ciência normal não estar primariamente direcionada para a descoberta do novo e se mostrar até mesmo intolerante frente a inovações, ela é condição de possibilidade de emergência do novo. Pois é exatamente aquele trabalho minucioso, dirigido ao pormenor, aquele esforço no sentido de aplanar as arestas do paradigma a fim de que a natureza possa se ajustar melhor a ele, é isso que cria as condições de possibilidade para que as atenções se dirijam às dificuldades, de cujo enfrentamento dependerão os progressos decisivos na ciência pura. A concentração no detalhe e a consequente articulação do paradigma desempenham, assim, importante papel na produção do novo, pois propiciam a emergência de anomalias que sinalizam ao cientista que é chegada a hora de buscar um novo paradigma. O trabalho minúto, efetuado pelo atetoso científico, tem, pois, papel mediador na emergência do novo.

### 4.3. Crise e revolução

A ciência não vive só de triunfos. Passado o período em que o paradigma é articulado e suas possibilidades de nutrir a pesquisa foram exauridas, surgem problemas não passíveis de solução no horizonte do paradigma. Surgem as chamadas anomalias: fenômenos desafiantes, proibidos pelo paradigma. Fracassam as tentativas de dominar as dificuldades. O paradigma está ameaçado. A fase de triunfo, da acumulação bem-sucedida de saber, cede lugar a um período de crise. A credibilidade do paradigma sofre um sério revés. Impera o ceticismo quanto ao futuro desempenho do paradigma. Esta é a situação que imediatamente antecede o advento de uma revolução científica. Diante do fracasso do paradigma e em meio a todo um ceticismo da comunidade, proliferam idéias a respeito de como as anomalias podem ser enfrentadas. Especulações ousadas conquistam espaço sobre a argumentação lógica. As crises terminam com a emergência de um novo paradigma e com a subsequente batalha para a sua aceitação.<sup>38</sup> A transição de uma concepção de mundo para outra é menos o efeito da argumentação lógico-racional do que o resultado de um processo que se realiza mediante ajuda da fantasia e da intuição. Contudo, o novo paradigma só poderá se impor caso os cientistas sejam capazes de vislumbrar conexões até então inesperadas. A questão é que, de início, um novo paradigma não soluçiona todos os problemas deixados em aberto pelo paradigma anterior. Ele é mais uma "promessa de sucesso".<sup>39</sup> O período de ciência normal que se inaugura é o intento de "atualização

dessa promessa".<sup>40</sup> Adentrar a um novo paradigma é como dar um salto no vazio, o qual é precedido, via de regra, por muita confusão e inquietação. É paulatinamente que o novo paradigma vai plasmando uma nova imagem do mundo. Frequentemente é difícil para a maioria dos membros de uma comunidade científica se despojarem das convicções até então acalentadas para poder acompanhar a mudança e se adaptar ao novo. Em geral, o resultado de uma revolução científica leva anos para ser assimilado pela comunidade.<sup>41</sup>

O avanço que decorre de uma revolução científica é de natureza diversa daquele promovido pela ciência normal. A revolução não apenas depura a imagem que se tem da realidade, enriquecendo-a com novas informações, mas a altera profundamente, iluminando a realidade por um ângulo até então inusitado.

Não existem, contudo, critérios gerais que determinam de modo unívoco, para cada situação possível, se uma dada discrepância entre paradigma e realidade pode ser vista como simples quebra-cabeça ou deve ser vista como anomalia. Isso é algo que vai depender da percepção da própria comunidade científica.<sup>42</sup> De qualquer forma, Kuhn atribui à existência de uma crise papel importante na transição para uma nova fase de ciência normal, dominada por um paradigma sucessor. Parece que a crise está associada àquela dimensão normativa da ciência normal, ao seu conservadorismo, dogmatismo e relutância contra idéias inovadoras.<sup>43</sup>

Entretanto, como assinala K. Bayertz, parece que a importância concedida por Kuhn à categoria de crise não é tanto o resultado de uma análise histórica, mas uma exigência que deriva de seu modelo mesmo de ciência.<sup>44</sup> Tudo indica que Kuhn precisava tornar plausível a transição de um paradigma para outro; precisava encontrar um elo de ligação entre a ciência normal e a revolução. A crise parece desempenhar esse papel. Sem crise, as revoluções pareceriam impossíveis.

Contudo, em que pesem as dúvidas quanto à existência efetiva de crises precedendo o advento de um novo paradigma, como é que, na visão de Kuhn, os cientistas reagem à crise? Não como preconizam os racionalistas críticos, porém, diferentemente. Apesar da desconfiança quanto à eficácia do paradigma, os cientistas não o abandonam, pois não é possível pesquisar sem paradigma. De início vão continuar tentando resolver a anomalia no quadro do paradigma vigente.<sup>45</sup>

Com o agravamento da crise, aquela ordem rigorosa que caracterizava a ciência normal cede lugar ao caos, a ciência normal cede lugar à pesquisa

37. Vide nota 36.

38. T. S. KUHN. *A estrutura das revoluções científicas*, p. 116.

39. T. S. KUHN, *op. cit.*, p. 44.

40. *Ibidem*.

41. *Ibidem*, pp. 190-191.

42. *Ibidem*, p. 113 ss.

43. T. S. KUHN. *The essential tension*, in *op. cit.*

44. Kurt BAYERTZ, *op. cit.*, p. 57 ss.

45. T. S. KUHN. *A estrutura das revoluções científicas*, p. 114.

extraordinária.<sup>46</sup> A ciência extraordinária se desliga do paradigma, mantendo-se crítica frente a ele. Procura tomar mais aguda a crise, acentuar o colapso do paradigma até então inatacável; nessa fase pós-paradigmática, a pesquisa se torna aleatória; experimentos são feitos simplesmente com o objetivo de averiguar o que ocorre. Como nenhuma pesquisa pode ser efetuada por muito tempo, a menos que seja guiada por um paradigma, o cientista que vive a crise partirá para a especulação, tentará formular novas teorias, as quais, se tiverem êxito, poderão indicar a trilha para um novo paradigma. Em uma palavra, a ciência extraordinária é que parece se caracterizar por aqueles traços que Popper considerou típicos da ciência: teste, falsamento de concepções existentes, busca de alternativas.<sup>47</sup>

##### 5. *A guisa de conclusão: em torno do debate Popper-Kuhn*

Como era de se esperar, o ensaio de Kuhn sobre as estruturas das revoluções científicas foi recebido como um imenso desafio pela maioria dos filósofos da ciência. Isso é compreensível, pois as teses de Kuhn pareciam abalar profundamente convicções fortemente arraigadas entre a maioria dos epistemólogos e cientistas naturais, como, por exemplo, a convicção de que a ciência seria um empreendimento racional. Tal situação propiciou a formação de duas frentes: uma, representada por Karl R. Popper e seus discípulos, a outra, defendida por Thomas Kuhn. O embate entre as duas frentes revelou-se eminentemente fecundo, pois propiciou uma articulação mais clara, bem como uma revisão de vários aspectos de ambos os programas metodológicos, dando ensejo ainda a um desenvolvimento enriquecedor para a metodologia da ciência.<sup>48</sup>

Para facilitar a compreensão dos pontos conflitantes, bem como a fim de indicar um caminho para uma possível compatibilização entre eles, retomemos aqui alguns aspectos fundamentais da disputa assim como de seus antecedentes.<sup>49</sup>

Em meados da década de 30, quando Popper apresentou sua metodologia das ciências empíricas, suas teses provocaram grande impacto, tendo sido recebidas também como um desafio por parte de cientistas e filósofos empíricos, que acreditavam que a ciência natural procedia indutivamente. A concepção dominante na época era a de que o método indutivo caracterizava o procedimento das ciências da natureza.

46. *Ibidem*, pp. 113-114.

47. *Ibidem*. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?, *op. cit.*, p. 10 ss.

48. Para se tomar ciência deste debate recomenda-se a leitura de I. LAKATOS e A. MUSGRAVE, (org.), *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*.

49. W. STEGMÜLLER, *A filosofia contemporânea*, pp. 353-391. Ver ainda Wolfgang STEGMÜLLER, *Theoriendynamik und logisches Verständnis*, in Werner DIEDERICH (org.), *Theorien der Wissenschaftsgeschichte*, pp. 167-211.

É verdade que os empiristas lógicos nunca sustentaram que as leis científicas fossem descobertas por indução, ou seja, nunca admitiram a crença ingênua em que a investigação científica tivesse início com a observação de casos particulares, a partir dos quais inferir-se-ia uma hipótese geral. Contudo, admitiam que a indução era o método adequado para se fundamentar ou justificar uma hipótese ou suposta lei geral. Em outras palavras, mediante observação repetida seria possível descobrir algumas regularidades na natureza, as quais confirmariam a hipótese em questão, elevando o seu grau de probabilidade; o método indutivo era usado, então, não para descobrir hipóteses, mas, uma vez de posse de uma hipótese, tratava-se de confirmá-la indutivamente. Tentou-se até mesmo a construção de um sistema de lógica indutiva que teria por finalidade estabelecer as regras para uma tal confirmação indutiva de hipóteses.

Como sabemos, Popper rompe com essa tradição indutivista. Para ele, a crença na indução não passa de uma ficção. Sua metodologia é uma metodologia crítica, negativa, que não objetiva demonstrar a verdade nem a probabilidade de hipóteses, mas visa submetê-las ao crivo da crítica com o objetivo de eliminar aquelas que o teste revelar sem falsas. E a via de eliminação ou de exclusão de hipóteses falsas é dedutiva.<sup>50</sup>

Tanto para os indutivistas (empiristas lógicos) como para os dedutivistas (Popper e seus discípulos), a experiência desempenha um papel relevante na metodologia, ainda que distinto em cada uma dessas concepções: no indutivismo é a experiência que fornece base sobre a qual se assenta a confirmação de uma hipótese; para o dedutivista é a experiência que se funda nossa conjectura de que uma determinada hipótese é falsa. E ambas as metodologias parecem ser constituídas sobre uma base racional: regras de uma lógica indutiva, em um caso, regras de lógica dedutiva, em outro.

À primeira vista parece não haver outra saída para o impasse entre indutivismo e dedutivismo. Fora dessas duas alternativas só restaria o irracionalismo; ou seja, se a ciência não se orientar nem pela indução, nem pela dedução, ela é, certamente, um empreendimento irracional. Eis que surge Thomas Kuhn defendendo uma posição que procura manter distância de ambas as anteriores: o caminho trilhado pela ciência não obedece a nada que tenha semelhança com regras indutivas — e nesse ponto concorda com Popper —,<sup>51</sup> mas também pouco tem a ver com o procedimento popperiano que recomenda a busca da refutação. A concepção de Kuhn foi acolhida como desafiante, até mesmo desmorante: se o procedimento científico não visava nem a confirmação de hipóteses — via indução — nem a refutação das mesmas — via dedução — não seria ele um procedimento irracional? Muitas das teses de Kuhn parecem, de fato, dar respaldo à ideia de que a ciência é realmente uma atividade irracional; freqüentemente foi ele criticado por atribuir ao cientista posturas irracionais. Se, no entender de Kuhn, o

50. Ver, item 2, deste capítulo.

51. T. S. KUHN, *Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?* in I. LAKATOS e A. MUSGRAVE, (orgs) *op. cit.*, p. 18 ss.

abandono de um paradigma por parte de uma comunidade tem por fundamento não a sua refutação empírica, mas se prende ao fato de que, com o tempo, os defensores obstinados da antiga tradição acabam morrendo e, aos poucos, uma nova tradição de pesquisa acaba por triunfar, <sup>52</sup> isso parece solapar qualquer vestígio de racionalidade na ciência. E se nos lembrarmos de como Kuhn descreve a comunidade de cientistas normais, nada mais plausível do que considerar irracionais aquelas pessoas pouco interessadas na crítica de convicções acolhidas, e que seriam, além disso, teimosas, pois obstinadamente apêgadas a uma hipótese, quando contra-exemplos parecem indicar que a mesma é falsa. A conclusão de Popper é que uma tal postura dogmática, *a-critica*, do cientista normal deve ser abandonada em favor de uma atitude crítica, aberta à refutação, pois somente através do teste constante de nossas hipóteses ou teorias é que temos a chance de desenvolver teorias melhores que se aproximem mais da verdade. <sup>53</sup>

A questão que surge para nós é a seguinte: afinal, quem tem razão? A posição de Popper, que privilegia o espírito crítico, parece bastante saudável para a ciência. Mas a de Kuhn parece encontrar suficiente respaldo na história da ciência. E ele chega até a pôr em dúvida a existência de falsamentos, ou a admitir que, ainda que estes possam ocorrer, não possuem, nem de longe, a relevância que Popper lhes atribui. <sup>54</sup>

Todavia, se Kuhn tem razão, não estaria a atividade científica impregnada de uma insuperável irracionalidade?

Tal conclusão pessimista parece, contudo, não se impor. É preciso, sim, rever nosso conceito de racionalidade. Um dos méritos de Kuhn foi o de haver propiciado uma reflexão nesse sentido. E tal reflexão poderá mostrar que, mesmo preservadas as idéias centrais de Kuhn, não somos compelidos a considerar a ciência como um empreendimento irracional; trata-se antes de libertar-nos de um conceito estreito de racionalidade, mediante a descoberta de novas dimensões dessa racionalidade. E uma revisão desse conceito passa antes por uma revisão do conceito de teoria científica. <sup>55</sup>

Uma idéia bem sucinta e simplificada de como seria possível compatibilizar alguns dos pontos conflitantes entre as teorias de Popper e Kuhn pode ser dada assim:

Em primeiro lugar, é necessário abandonar aquela concepção segundo a qual as teorias científicas seriam sistemas de asserções ou de enunciados, passíveis, portanto, de serem verdadeiros ou falsos. Em vez disso, sugere-se

52. T. S. KUHN, *A estrutura das revoluções científicas*, p. 191.

53. K. R. POPPER, *A ciência normal e seus perigos*, in I. LAKATOS e A. MUSGRAVE, (orgs.) *op. cit.*, pp. 63-71. Ver também a contribuição de I. W. N. WATKINS, *Conta a ciência normal*, in I. LAKATOS e A. MUSGRAVE (orgs.) *op. cit.*, pp. 33-48.

54. T. S. KUHN, *A estrutura das revoluções científicas* (*op. cit.*), p. 186.

55. As considerações a seguir foram propiciadas pelo filósofo americano da ciência I. D. SNEED, *The logical structure of mathematical physics*. Apoioamo-nos na exposição de W. STEGMÜLLER em *Theoriendynamik und logisches Verständnis*, *op. cit.*

que uma teoria seja interpretada como uma estrutura matemática conjugada a uma classe de aplicações da teoria.

Quando uma teoria é concebida, ela não se apresenta logo como algo acabado, articulado em todos os seus detalhes. De início, vemos apenas um quadro geral, arcabouço teórico, que contém uma estrutura matemática; além disso, conhecem-se algumas aplicações da teoria, alguns "exemplos paradigmáticos" que mostram onde ela pode ser aplicada com êxito. Para ilustrar, lembremos que Newton deu os seguintes "exemplos paradigmáticos" para sua teoria: o sistema planetário, a queda livre dos corpos próximos da superfície terrestre, o movimento pendular, o fenômeno das marés etc. O núcleo estrutural de sua teoria é constituído por uma segunda lei, via de regra, traduzida assim: "a força é igual ao produto da massa pela aceleração." Tal núcleo estrutural não é passível de refutação. Uma teoria possui sempre inúmeras aplicações possíveis, ainda não conhecidas. A classe das aplicações possíveis não constitui, obviamente, em sistema acabado, fixado antecipadamente, ou que se conheça de antemão. Uma das tarefas da comunidade científica será exatamente a de procurar ampliar o âmbito de aplicação da teoria, descobrir leis especiais que tornem possível sua aplicação em outros domínios da realidade. Se estas tentativas de aplicação da teoria em outras regiões não forem coroadas de êxito, tal malogro não atinge a teoria enquanto tal, mas tão-somente algumas espécies especiais levantadas para ampliar seu domínio de aplicação. Vejamos um exemplo. Newton havia prognosticado que, com o auxílio de sua mecânica de partículas, seria possível, um dia, explicar os fenômenos da óptica; contudo, todos os esforços nesse sentido foram inúteis; quando, no século XIX, impôs-se a teoria ondulatória da luz, nem por isso se considerou que a teoria newtoniana tivesse sido refutada; concluiu-se, porém, que a luz não era constituída de partículas. Noutros termos: promoveu-se uma alteração no âmbito de vigência da teoria, excluindo-se dele os fenômenos eletromagnéticos.

Muitas vezes Kuhn sugere que na ciência não existem testes nem experiências de falsamento. Isso, porém, não corresponde à realidade. Existem refutações na ciência e, nesse sentido, Popper tem razão. Todavia, estas refutações não atingem a teoria enquanto tal, e sim determinadas hipóteses especiais levantadas na tentativa de tornar a teoria aplicável a uma determinada região. Mas o núcleo estrutural da teoria permanece imune à refutação e, nesse ponto, a razão está do lado de Kuhn.

A comunidade científica não é irracional, como parece ter sugerido Kuhn. Dado que as teorias são irrefutáveis, numa época de transição, é normal haver defensores da teoria até então dominante, os quais esperam e acreditam que ela, um dia, dará conta das dificuldades ou anomalias encontradas, bem como defensores da nova teoria então nascente, que também acreditam e alimentam a esperança de que esta poderá consolidar seus êxitos iniciais, ampliando seu domínio de aplicação. E, a nosso ver, não há nada de irracional nesses comportamentos.