

EM QUE CONSISTE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO?

Regina Maria Rabello Borges
 Em Debate: Cientificidade
 e Educação em Ciências,
 2ª edição, ediPUCRS, 2007

"Em fins do século passado, acreditava-se no caráter empiricamente unificado do nosso conhecimento do real. [...] Eis, porém, que a Física contemporânea nos traz mensagens de um mundo desconhecido. [...] No mundo desconhecido, o que é o átomo? Acaso haveria uma espécie de fusão entre o ato e o ser, entre a onda e o corpúsculo? [...] Acaso não se tratará de uma cooperação mais profunda do objeto e do movimento, de uma energia complexa em que convergem aquilo que é e aquilo que se transforma?"

(BACHELARD, 1977, p. 14)

O século XX presenciou profundas mudanças nas ciências. A ruptura com as concepções anteriores quanto à natureza da matéria levou a repensar também a natureza do pensamento científico. Atualmente, no início do século XXI, o pensamento científico ainda tem raízes no século XVII, apoiando-se principalmente nas concepções de René Descartes, Galileu Galilei e Francis Bacon.

Descartes propôs, para a busca do conhecimento, um método que considerava infalível. Esse método baseava-se num modelo matemático, desconsiderando a percepção sensorial, à qual ele atribuía a ocorrência de erros. Trata-

Copiadora

PASTA	18
FOLHAS	21
DATA	2/9

va-se apenas de uma investigação intelectual, separando mente e matéria e acreditando na possibilidade de descrição objetiva do mundo material, sem referência ao observador humano.

Galileu desenvolveu a concepção heliocêntrica de Copérnico, desestabilizando a idéia então vigente de que a Terra era o centro do universo. Supondo também a existência de uma ordem matemática no mundo, testou-a de diversos modos, inclusive com “experiências em pensamento”. Com isso reuniu a observação, a razão e a experiência para interpretar os fenômenos físicos.

Francis Bacon, por sua vez, defendendo a idéia de que os fenômenos físicos precisam ser estudados sem a interferência do observador, propôs um método empirista-indutivista, que vai do particular ao geral, considerando a experimentação como o único caminho válido para estudar a natureza.

Esse método teve grande influência e ainda permanece, principalmente na educação científica escolar, sendo, muitas vezes, considerado como “o” método científico.

Permanecem em discussão muitas idéias sobre a natureza do conhecimento científico. As maiores divergências encontram-se entre a concepção positivista e outras que a contrariam. Acreditando que o debate entre essas idéias possa contribuir para a conscientização e a crítica das nossas próprias concepções, elas serão aqui desenvolvidas, incluindo autores clássicos da filosofia e História das Ciências, tanto os de meados do século XX como outros mais recentes.

Inicialmente, em “Do empirismo indutivista ao positivismo lógico”, é apresentada a concepção mais tradicional sobre a natureza do conhecimento científico, predominante na educação em Ciências.

A seguir, em “Debate epistemológico entre filósofos das ciências”, são apresentadas idéias de autores clássicos, considerados como filósofos-cientistas: Popper, Kuhn,

Feyerabend, Lakatos, Toulmin. O debate entre eles nos anos 60 do século XX está registrado em livro (LAKATOS, MUSGRAVE, 1979), quando discutiram entre si as suas interpretações a partir de críticas ao positivismo e ao livro de Kuhn (1978).

Em continuidade, em “Externalismo – paradigma social”, foi um pouco mais detalhada a abordagem externalista, resumida no Texto E. Essa opunha-se, inicialmente (anos 20 a 50 do século passado), a interpretações epistemológicas sobre o desenvolvimento das ciências, o que não prevaleceu.

“Resgatando contribuições ao debate epistemológico” traz idéias de Bachelard e de Fleck, ambos contemporâneos de Popper (início da produção nos anos 30), mas despercebidos por muitos anos (especialmente Fleck). Também apresenta argumentações de Hanson (anos 50), que, embora mencionado por Kuhn e Feyerabend, não participou diretamente do debate epistemológico estabelecido nos anos 60.

Ao final do capítulo, em “Atualizando o debate”, são incluídos autores recentes (Morin, Laudan, Searle, Marturana, Mario Bunge), que trazem novas interpretações a serem consideradas.

3.1 Do empirismo indutivista ao positivismo lógico

A concepção mais tradicional sobre a natureza das ciências é a de Francis Bacon, caracterizada pelo empirismo, por crer que o conhecimento origina-se na observação, e pela indução, por dirigir-se dos fatos às teorias, do particular ao geral. Criticando a prática das pessoas argumentarem sobre Aristóteles sem observar a natureza, ele recomendava limpar a mente, viciada de preconceitos individuais e coletivos, e realizar investigações cooperativas na comunidade científica.

Bacon enfatizava a verdade como descoberta. Recomendava coletar e registrar o maior número de dados sobre

o fenômeno investigado, organizá-los em tabelas e buscar as regularidades, partindo das observações (em grande número, repetíveis, não conflitantes entre si) às teorias e leis.

A tradição iniciada por Bacon está sintetizada nos passos do método científico tradicional, predominando desde o século XVII até o século XXI. Segundo João Zanetic (1989), a maioria dos livros didáticos e muitos trabalhos científicos e artigos publicados seguem a mesma descrição metodológica, com regras rígidas de procedimento.

Havia, desde o século XVII, contestações a esse modo de entender o desenvolvimento das Ciências, como a argumentação do filósofo escocês David Hume contra a indução. A crítica de Hume partia do ponto de vista lógico, mesmo admitindo seu valor psicológico, pois a repetição regular de um fenômeno não implica sua ocorrência no futuro. Desde então, o problema quanto à (im)possibilidade lógica da indução é conhecido como “problema de Hume”. Mas o próprio Hume reforçou o pensamento empirista, admitindo que só a experiência permite estabelecer as leis naturais e as causas que produzem determinado efeito. O empirismo e a indução prevaleceram e, no início deste século, serviram de base ao positivismo (LOSEE, 1979).

O positivismo, escola de grande influência no pensamento científico moderno, considera impossível conhecer as causas ou razões dos fenômenos, cabendo às ciências apenas estabelecer as leis às quais estão sujeitos. Constatado o fenômeno, a lei é estabelecida quantitativamente, sem especulações sobre suas causas. As leis e a ordem natural simplesmente existem. São imutáveis e independentes da interferência humana: o homem não pode modificá-las. Caracterizado nas ciências sociais por August Comte, no século XIX, o positivismo revelou-se uma ideologia que considera as ciências sociais semelhantes às ciências naturais, todas elas neutras e livres de juízos de valor.

Na década de 20, formou-se o Círculo de Viena, no início um grupo informal de estudiosos que discutiam a ciência do século XX: Otto Neurath, Rudolf Carnap, Kurt Godel, Reichenbach, Philip Frank, Herbert Feigl, Victor Kraft, Friedrich Waissmann, Schlik e outros. Eles desenvolveram uma doutrina e as suas idéias se espalharam. Essa doutrina é o positivismo lógico, que representa uma forma extremada de empirismo, com a preocupação de dar base lógica ao conhecimento científico. Na análise lógica das teorias, os membros do Círculo de Viena não se importaram com a maneira como a ciência se desenvolve. Entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação, consideraram que a Filosofia deve ocupar-se com a verificação (análise lógica) e não com o processo. Para isso, assumiram como tarefa desenvolver uma linguagem precisa e consistente, capaz de superar os problemas da linguagem cotidiana.

Bertrand Russel havia criado uma linguagem nova para a Matemática, baseada na Lógica. Rudolf Carnap tentou construir uma linguagem empiricista, para a qual poderiam ser traduzidas as teorias e leis científicas, mas não os enunciados metafísicos. Para esse grupo, todos os conhecimentos possíveis encontravam-se nas Ciências Naturais, na Lógica e na Matemática. A Filosofia teria o papel de fazer a análise lógica das ciências. Seria, portanto, a análise do conhecimento, pois a linguagem do dia-a-dia é cheia de imprecisões.

Os problemas filosóficos, para os positivistas, são pseudoproblemas: só é problema o que pode ser verificado pelos sentidos ou relacionado a algo que o possa. Essa concepção entra em choque com a Física contemporânea, que apresenta termos novos, sem vínculos mais diretos com os sentidos.

Segundo Cupani (1985), ainda hoje, para o positivismo, a ciência é um tipo de conhecimento considerado como:

- ◆ objetivo (intersubjetivamente controlável);
- ◆ válido (isto é, confiável, porque submetido a controle);
- ◆ metódico (com procedimentos definidos);
- ◆ preciso (com formulação clara da linguagem);
- ◆ perfectível, progressivo e cumulativo;
- ◆ desinteressado e impessoal;
- ◆ útil e necessário, pela aplicação dos seus resultados;
- ◆ capaz de combinar raciocínio e experiência;
- ◆ hipotético, em busca de leis e teorias;
- ◆ explicativo e prospectivo, pois sua capacidade de explicar os fatos permite também sua antecipação ou predição.

Na filosofia positivista a observação é importante, mas é preciso abstrair e racionalizar a fim de poder prever. Há, então, uma elaboração do senso comum, através dos conhecidos passos do método experimental: observação dos fatos, formulação de hipóteses, experimentação e estabelecimento de leis. Entretanto, essa concepção tem sido muito criticada por apresentar uma visão idealizada e a-histórica do conhecimento científico.

3.2 Debate epistemológico entre filósofos das ciências

A Filosofia das Ciências despertou a atenção de cientistas e educadores a partir dos anos 60, quando o debate sintetizado no livro *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (LAKATOS e MUSGRAVE, 1979) chegou ao domínio público. Serão aqui apresentadas algumas idéias dos envolvidos.

• *Popper – racionalismo crítico*

Karl Raimund Popper (1902-1994) foi um filósofo da ciência austríaco naturalizado britânico.² Tendo fre-

qüentado o Círculo de Viena, foi um dos primeiros críticos ao positivismo que conseguiu atingi-lo nas suas bases. Por isso, em sua *Autobiografia Intelectual* (1986, p.95), pergunta-se – “Quem matou o positivismo lógico?” – e assume essa responsabilidade, ligando-a sobretudo aos argumentos antipositivistas contidos no seu livro *Logik der Forchung* (POPPER, 1975), publicado pela primeira vez em 1934.

Para Popper não há indução, porque teorias universais não podem ser deduzidas de enunciados singulares. Mas ele contribuiu com o positivismo por oferecer uma alternativa ao “problema de Hume”, preservando a imagem racional do procedimento científico, através do critério da falsificabilidade.

Admitindo que as generalizações empíricas, embora não verificáveis, sejam falseáveis, Popper propõe que as teorias sejam formuladas de modo preciso, para permitir predições e exposição a testes, visando sua refutação. Esse critério possibilita o aperfeiçoamento das teorias e o avanço do conhecimento. Pois, embora não seja possível demonstrar que algo é verdadeiro, podemos demonstrar, às vezes, sua falsidade. Uma teoria sempre pode ser substituída por outra melhor.

Popper substitui o método científico tradicional pelo método hipotético-dedutivo, que parte de um problema e da elaboração de hipóteses, envolvendo criatividade e imaginação. Mas as hipóteses são submetidas a critérios lógicos e empíricos, deduzindo-se delas consequências e procurando-se refutá-las. Segue-se a escolha entre teorias rivais e a elaboração de nova teoria. Há, então, um processo de mudança contínua, com o predomínio da lógica na investigação em ciências, inclusive nas ciências sociais. (POPPER, 1978).

Sua crítica ao positivismo considera ainda que uma teoria metafísica pode ser importante, embora não possa ser proclamada como científica, por não ter evidência

² Informação obtida em Wikipedia, enciclopédia livre. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper_Kuhn>. Acessada em: jul. 2007.

empírica. Por outro lado, ele utiliza uma “estratégia positivista” (CHALMERS, 1993) ao propor o mesmo método para as ciências naturais e as ciências sociais. Essa possibilidade é negada por muitos críticos. Alguns destacam que as afirmações de Popper não se aplicam nem às ciências naturais: mesmo que os dados refutem uma teoria, os cientistas com ela comprometidos não a abandonam. E isto é válido, porque as teorias nascem com falhas que podem ser corrigidas, aperfeiçoando-se os equipamentos e as condições de controle.

Popper não é determinista, mas considera, como os positivistas, um desenvolvimento científico progressivo e cumulativo. E, embora contestando o empirismo-indutivista próprio do positivismo e da ciência tradicional, o critério da falsificabilidade, que ele propõe para a demarcação entre ciência e não-ciência, preserva o caráter racional de uma pesquisa. Pelo mesmo critério, teorias que procuram explicar tudo, como a psicanálise de Freud e o marxismo, não são consideradas como científicas.

Entretanto, Popper explica a realidade criativamente, pela teoria dos mundos 1, 2 e 3: o Mundo 1 é constituído por coisas materiais. O Mundo 2 é o mundo subjetivo da nossa mente. O Mundo 3 é o mundo da cultura humana, produto objetivo da nossa consciência, embora contenha uma parte imaterial de que os problemas são um exemplo. Nele está incluído o conhecimento científico. Construimos a realidade pela interação entre esses três mundos:

Nós somos o autor da obra, o produto, e simultaneamente somos moldados por ela... A formação da realidade é assim uma realização nossa; um processo que não pode ser entendido se não tentarmos compreender [...] esses três mundos e o modo como eles se interpenetram. (POPPER, 1989, p. 37).

Criamos, então, a realidade, enquanto simultaneamente criamo-nos a nós próprios.

• Kuhn – ciência normal, paradigmas e revoluções científicas

Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)³, físico norte-americano que dedicou-se à Filosofia e História das Ciências, destacou-se a partir dos anos 60, com a publicação da sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (KUHN, 1978). Nela faz uma análise histórica das ciências onde o dogma tem um papel de destaque, porque os cientistas compartilham uma visão de mundo, desde o processo pelo qual foram treinados para o seu trabalho. Têm, então, por consenso, o mesmo paradigma: um conjunto de teorias, métodos aceitáveis, problemas considerados como relevantes e soluções previsíveis, no contexto das teorias aceitas como válidas.

A adesão a um paradigma caracteriza períodos de ciência normal, intercalados por períodos de crise: as revoluções científicas. Uma crise ocorre quando as investigações sobre um determinado aspecto da teoria aceita falham repetidamente, concentrando-se as investigações nesse campo. Assim surgem as novas teorias, a partir de anomalias amplamente conhecidas. O conhecimento dessas anomalias só pode surgir num grupo que sabe muito bem o que teria acontecido, de acordo com a teoria vigente.

Kuhn destaca a importância da ciência normal, baseada em realizações científicas passadas. Compara essa atividade à solução de quebra-cabeças: a solução é previsível de acordo com regras sobre o que pode ou não ser feito. Para Kuhn, essa é uma atividade importante, séria, que exige criatividade e é essencial para o desenvolvimento das teorias. Ao concentrar as atenções em determinados problemas, o paradigma força a investigação de uma parcela da natureza com tal profundidade e precisão que de outro

³ Segundo a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn>. Acessada em: jul. 2007.

modo seriam inimagináveis. É preciso considerar também que assim os cientistas preservam a base da sua vida profissional, por saberem o que e onde procurar, “pois a natureza é demasiado complexa para ser explorada por acaso, mesmo de maneira aproximada.” (KUHN, 1974, p.72).

O objetivo de Kuhn é desmistificar visões clássicas sobre as ciências. Assim como Alexandre Koyré e outros autores, critica a análise de conhecimentos históricos a partir do presente. É preciso julgar a ciência de uma época de acordo com o contexto da época, e não a partir dos conhecimentos atuais (como propõe Bachelard). O conhecimento científico, assim como a linguagem, é compartilhado por um grupo ou então não é nada. Só pode ser entendido a partir dos grupos que o criam e utilizam.

Para Kuhn, as antigas concepções sobre a natureza não são menos científicas do que as atuais e a ciência não se desenvolve por acumulação. “Teorias obsoletas não são científicas em princípio, simplesmente porque foram descartadas.” (KUHN, 1978, p. 21). E, entre teorias em conflito, é difícil estabelecer algoritmos que possibilitem a opção por uma delas, porque as teorias podem ser incomensuráveis. Essa incomensurabilidade deve-se à diferença dos paradigmas em que se apóiam, pois cada uma delas está ligada a uma determinada concepção de mundo.

Segundo Zylbersztajn (1991), incomensurabilidade, para Kuhn, significa que os paradigmas rivais mostram o mundo através de lentes conceituais diversas, fazendo com que os defensores dessas teorias se expressem com linguagens diferentes, numa comunicação incompleta e parcial. Mas, apesar de não haver predomínio de critérios lógicos padronizados durante as revoluções científicas, nas fases de ciência normal prevalece o consenso entre cientistas que compartilham um paradigma. E, mesmo nos períodos revolucionários, há um conjunto de valores em comum que os cientistas utilizam nos debates, prevalecendo, então, a racionalidade.

O consenso entre cientistas com paradigmas comparilhados caracteriza a ciência madura. Exemplos históricos mostram a transição do período pré-paradigmático (com teorias em conflito) para o pós-paradigmático (com predominância de um paradigma), quando “alguma realização científica notável” reduz para uma única as escolhas que competiam num determinado campo de estudos (KUHN, 1978, p.223). Nesse momento inicia-se a pesquisa dentro de um período de ciência normal.

Kuhn enfatiza os compromissos com o grupo, na estrutura de uma comunidade científica. E acrescenta que, na escolha de uma teoria, quem decide “é antes a comunidade dos especialistas que seus membros individuais” (KUHN, 1978, p.246). Além disso, considera que as visões sobre ciências transmitidas por manuais e livros-textos – leis, indução, neutralidade, objetividade, etc.: visão clássica – são tão inadequadas à compreensão do conhecimento científico quanto os guias turísticos o são para o conhecimento de um país.

Em síntese, Kuhn analisa não as teorias, mas o processo do desenvolvimento científico, valorizando o contexto da descoberta. Chama atenção para certos aspectos que envolvem o trabalho dos cientistas e observa que os dados empíricos estão ligados à visão de mundo, ao paradigma adotado. “Os defensores de teorias diferentes são como membros de comunidades de cultura e linguagem diferentes.” (KUHN, 1978, p. 251). Mas a ciência caracteriza-se, sobretudo, pelos períodos em que há consenso quanto a um paradigma, nos quais a comunidade científica apresenta forte resistência a mudanças.

• *Feyerabend – anarquismo epistemológico*

Paul Karl Feyerabend (1924-1994),⁴ filósofo da ciência austríaco que viveu em diversos países, destacou-se por

⁴ Conforme a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Feyerabend>. Acessada em: jul. 2007.

rejeitar a existência de normas metodológicas universais na pesquisa científica.

Seu livro mais conhecido é *Contra o Método*, editado pela primeira vez em 1974. Nessa obra Paul Feyerabend defende o anarquismo epistemológico, de acordo com o princípio “tudo vale”. Para ele, a investigação científica não inicia com um problema, pois não é assim que se desenvolvem as crianças: é a partir de uma atividade lúdica que apreendem “um significado que se havia mantido além do seu alcance”, chegando à compreensão. “Não há razão para supor que esse mecanismo deixe de agir na pessoa adulta”. (FEYERABEND, 1985, p. 32). Um anarquista epistemológico dá grande importância a maneiras diversas de perceber e interpretar a realidade.

O primeiro passo na crítica aos fatos, aos conceitos e processos comuns é a tentativa de romper o círculo vicioso da percepção, pois “necessitamos de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real que supomos habitar.” Então, pela “contra-indução”, podemos introduzir “percepções que não integrem o existente mundo perceptível.” (FEYERABEND, 1985, p. 43).

Lembrando que, segundo Hume, as teorias não se originam dos fatos, diz que a exigência de só admitir teorias apoiadas em fatos deixa-nos sem teoria alguma. Por isso recomenda alterarmos a metodologia, admitindo a contra-indução, rejeitando o falseamento e escolhendo teorias falseadas. Por exemplo, cita a revolução copernicana e a resistência das pessoas para mudarem a concepção de movimento. E descreve como Galileu identificou e substituiu interpretações naturais que se opunham à doutrina de Copérnico, afastando o realismo ingênuo, comum na linguagem observacional.

As novas teorias se mantêm, por algum tempo, apoiadas em hipóteses “ad hoc”, até que se desenvolvam e adquiram consistência. Galileu valeu-se desse recurso. Alterou interpretações naturais e sensações que contradiziam Copér-

nico, levando a razão a sobrepor-se aos sentidos. É assim que muitas idéias sobrevivem, graças à teimosia, aos erros e às paixões. “O caminho da ciência é traçado antes de tudo pela imaginação criadora e não pelo universo de fatos, que nos cerca.” (FEYERABEND, 1985, p. 296).

Feyerabend (1985) defende a irracionalidade das ciências. Analisa, como Hanson, numerosos casos que vinculam a observação à interpretação, utilizando figuras da Gestalt. Refere-se, também, ao desenvolvimento da percepção humana, estudado por Piaget e sua Escola de Genebra. Reafirma de forma mais radical a incomensurabilidade das teorias (defendida por Kuhn anteriormente) e a aproximação entre a ciência e o mito.afirmando que, de acordo com os lingüistas, nunca é possível uma tradução perfeita, recomenda um procedimento análogo diante de novas teorias: precisamos aprendê-las junto com os experimntadores e teóricos que construíram novas concepções de mundo.

• *Debate entre Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos e Toulmin*

Em Londres, 1965, Karl Popper, Paul Feyerabend, Imre Lakatos, Stephen Toulmin e outros discutiram com Thomas Kuhn suas idéias sobre paradigmas, ciência normal e revoluções científicas. Ao fazê-lo, expressando as próprias convicções, despertaram a atenção de muitas pessoas para questões relativas ao conhecimento científico: sua natureza, desenvolvimento histórico, metodologias... O debate foi registrado em livro organizado por Lakatos e Musgrave (1979), cuja leitura torna a discussão presente e viva.

Toulmin, assim como Lakatos e Feyerabend, ganhou projeção internacional ao participar desse simpósio sobre Filosofia das Ciências realizado na Inglaterra, no ano de 1965, em torno da obra mais famosa de Kuhn (1978). Ao criticar *A estrutura das revoluções científicas*, cada um deles explicitou suas próprias idéias a respeito da natureza

das ciências e do seu desenvolvimento histórico, aprovando-as depois.

Para Kuhn (1979), a origem da sua diferença em relação a Popper e seus seguidores é a seguinte: eles supõem, como os positivistas, que seja possível resolver o problema da escolha de teorias por técnicas semanticamente neutras. Por esta suposição, alguma medida comparativa de sua verdade/falsidade daria a base para a escolha racional. Realmente, Popper estabelece também, como diferença fundamental entre ambos, a lógica. Acredita ser possível o confronto de teorias concorrentes, pois “a meta é descobrir teorias que, à luz da discussão crítica, cheguem mais perto da verdade”. (POPPER, 1979, p. 71).

O falseacionismo proposto por Popper para caracterizar as ciências é aceito por Lakatos, que o interpreta como um “falseacionismo sofisticado”: ele afirma que teorias não são falseadas por experimentos, mas por outras teorias, em programas de pesquisa (LAKATOS, 1979b). Em cada programa de pesquisa, há um “núcleo rígido” constituído por idéias básicas a preservar, envolvido por um “cinturão protetor” de idéias mais flexíveis, adaptáveis e mutáveis diante de críticas. Os programas de pesquisa mais proeminentes tendem a permanecer e evoluem, enquanto outros, incapazes de oferecer soluções satisfatórias aos problemas que investigam, tornam-se degenerados e tendem a desaparecer.

Popper contesta a “ciência normal” de Kuhn e vê a ciência como um permanente processo revolucionário, buscando sempre, pelo falseamento, a troca de teorias por outras melhores. Para Kuhn, isto só ocorre excepcionalmente nas ciências maduras, embora seja a regra nas proto-ciências (por exemplo, a química e a eletricidade do século XVIII e as ciências sociais hoje). E o que caracteriza a ciência é, precisamente, o que ele chama de ciência normal.

Kuhn, tal como Feyerabend, cita o trabalho de N. R. Hanson quanto a alterações de percepção e suas conse-

quências na objetividade científica. Então pergunta: como influirá no comportamento de grupos de cientistas determinado conjunto de crenças e valores? Pois o paradigma adotado “é um pré-requisito para a própria percepção. O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual previa o ensinou a ver.” (KUHN, 1978, p. 148). Enfatiza também a incomensurabilidade entre paradigmas diferentes.

Nesse último aspecto, Kuhn é criticado por Popper e Lakatos, que defendem a lógica nas teorias científicas. Popper (1979, p. 71) afirma: “A meta (do cientista) [...] é o aumento do conteúdo de verdade das nossas teorias”.

Feyerabend (1979, p. 270) concorda com Kuhn, pois “o modelo popperiano de um enfoque de verdade ruirá até nos limitarmos exclusivamente a idéias. Ruirá porque existem teorias incomensuráveis”.

Ambos (Kuhn e Feyerabend) estão igualmente convictos sobre a importância da filosofia da linguagem e da metáfora. Mas a incomensurabilidade entre diferentes paradigmas não é, para Kuhn, incompatível com a racionalidade, presente na argumentação dos cientistas, embora seja impossível estabelecer padrões lógicos para nortear os debates nos períodos de crise.

Lakatos discorda da incomensurabilidade entre teorias diferentes, bem como da existência de consenso em torno de um paradigma. Argumenta que os cientistas trabalham em programas de pesquisa que divergem entre si, mas coexistem, podendo o mesmo cientista, inclusive, participar de dois ou mais programas de pesquisa simultaneamente.

Feyerabend reforça a idéia de incomensurabilidade. Citando trabalhos de Piaget quanto ao desenvolvimento da percepção em crianças, questiona a validade da crença de que o adulto esteja preso um mundo conceitual permanente. Não serão ainda possíveis mudanças fundamentais, que acarretem a incomensurabilidade? Ignorá-las ou negá-las

não pode ter, como resultado, “ficarmos excluídos para sempre do que pode ser um estágio superior de conhecimento e consciência?” (FEYERABEND, 1979, p. 277).

Toulmin critica o *relativismo epistemológico* de Feyerabend e estende sua crítica a Kuhn, embora de forma atenuada, pela sua teorização envolvendo períodos de “ciência normal”, em que a racionalidade prevalece. Situa-se entre o relativismo e o absolutismo epistemológico, por considerar que, embora as verdades sejam provisórias e dependam do contexto social e cultural, seja possível avaliar racionalmente as teorias científicas.

Por outro lado, Feyerabend (1979, p. 71) posiciona-se ao lado de Popper e Lakatos: rejeita “os traços dogmáticos, autoritários e tacanhos da ciência normal, o fato de que ela condena ao temporário fechamento da mente, quando o cientista deixa de ser um explorador do desconhecido”. E duvida que a ciência normal ou madura descrita por Kuhn seja um fato histórico. Em crítica semelhante à de Popper e Lakatos, considera a existência de “uma relação de simultaneidade e interação entre períodos normais e revolucionários”. Refere-se também ao que considera como ambigüidade de Kuhn quanto à ciência normal: trata-se de uma descrição ou é uma prescrição? Ele relata algo que constatou, ou aconselha tal procedimento? Segundo Feyerabend, tal modelo é incompatível com uma visão humanitária.

O argumento de Kuhn é claro: os cientistas comportam-se de determinado modo e esse comportamento tem funções essenciais para o êxito das investigações. E, na ausência de alternativas, os cientistas devem proceder essencialmente como procedem quando se preocupam em aprofundar o conhecimento científico. Por isso considera irrelevante a crítica de Feyerabend. Insiste em períodos de pesquisa normal, reservando a importância da proliferação de teorias alternativas a períodos de crise, após esclarecer que ciência normal é a pesquisa dentro de um

referencial – reverso de uma moeda na qual estão também as revoluções.

Toulmin (1977) apresenta uma visão evolucionista em relação ao conhecimento científico, segundo a qual é importante distanciar-se tanto do empirismo como do racionalismo exacerbados, pois ambos representam o que ele chama de *absolutismo epistemológico*: aceitam critérios universais e atemporais de avaliação, o primeiro com base em fatos e o segundo apoiando-se na razão. Menciona como exemplos, além do positivismo, as idéias de Popper – por sua aceitação de que as teorias possam ser refutadas por experimentos cruciais – e de Lakatos, por sua crença na possibilidade de reconstrução racional da história das ciências. Busca integrar e superar, portanto, o que considera como absolutismo de Popper e Lakatos e relativismo de Kuhn e Feyerabend, a partir do seu evolucionismo construtivista (HARRES, 1997a, 1997b, 2007; PORLÁN; HARRES, 2002).

Kuhn analisa aspectos históricos e sociológicos das ciências, desconsiderados pelos positivistas. Popper (1979) considera surpreendente e decepcionante recorrer à Psicologia, à Sociologia ou à História da Ciência, como Kuhn o faz.

Kuhn foi criticado também quanto aos diversos significados que atribuiu ao termo paradigma. Em resposta, publicou uma segunda edição da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* com um posfácio, no qual aperfeiçoou sua teoria dos paradigmas. Nesse posfácio, propõe o conceito de matriz disciplinar: elementos ordenados de várias espécies (matriz), que são posse comum aos praticantes de uma disciplina particular (KUHN, 1978). Entre os elementos que compõem uma matriz disciplinar, cita “generalizações simbólicas, compromissos coletivos com crenças e valores, soluções previsíveis de problemas, exemplos compartilhados e compromissos com o grupo”. Para esses três últimos – solução de problemas, exemplos

compartilhados e compromissos com o grupo – “o termo paradigma seria totalmente apropriado”. (KUHN, 1978, p. 231).

O debate epistemológico referido até aqui não teve a participação de importantes filósofos das ciências daquela época, como o professor francês Gaston Bachelard e o médico polonês Lüdwick Fleck, restringindo-se aos anglosaxônicos. Entretanto, Fleck foi mencionado por Kuhn (1978) como sendo importante ao seu trabalho, sem explicitar em que aspectos, e por isso foi ignorada até recentemente a dimensão dessa influência na sua teorização sobre paradigmas.

Os participantes do Simpósio aprofundaram suas idéias. Feyerabend, em 1974, expôs seu anarquismo epistemológico no livro *Contra o Método* (FEYERABEND, 1985). Lakatos, que trouxe importantes contribuições à filosofia da matemática e à história das ciências, ampliou sua teoria dos programas de pesquisa científica em *History of Science and Its Rational Reconstruction* (História da Ciência e sua Reconstrução Racional), além de publicar diversas outras obras (LAKATOS, 1998). Kuhn acrescentou um posfácio ao seu livro, esclarecendo o que entendia por paradigma.

O debate epistemológico estendeu-se aos próprios cientistas, que, de modo geral, tendem a desconSIDERAR questões filosóficas. Por que essa mudança? Talvez os argumentos embasados em questões históricas tenham tornado a discussão mais significativa e desafiadora para eles, possibilitando ultrapassar alguns preconceitos.

Mas esse debate não abrange apenas questões epistemológicas e históricas inter-relacionadas. É possível enfatizar, até em excesso, os processos históricos e sociais de produção das teorias científicas. Isto é feito na abordagem externalista do desenvolvimento das ciências.

3.3 Externalismo – paradigma social

As influências socioeconômicas e culturais são inerentes aos paradigmas. Por isto, além da análise epistemológica (internalista), há outra abordagem do desenvolvimento científico, chamada de externalismo. O externalismo corresponde ao que Piaget e Garcia (1987) chamam de paradigma social, ou seja, os determinantes de uma cultura.

Ninguém é imune ao contexto onde se desenvolve. Por isto a análise externalista prioriza questões externas à comunidade científica, tais como fatores sociais, políticos, econômicos e religiosos, para questionar os rumos das ciências. Zanic (1989) explicita essa tendência, destacando os trabalhos de Robert Merton, Boris Hessen e John Desmond Bernal.

Merton, sociólogo americano, pesquisou o desenvolvimento científico no século XVII, na Inglaterra, relacionando o empirismo e o racionalismo ao ideal protestante da época e reconhecendo a ciência como um fator cultural (LIMA, 1944). Merton ligou também ciência e economia, na definição dos problemas científicos e técnicos abordados. Esse último aspecto assemelha-se aos estudos do físico Boris Hessen, que pertencia à extinta União Soviética.

Hessen analisou os determinantes sociais e econômicos da Física. Ele apresentou em Londres, em 1931, no II Congresso Internacional de Filosofia da Ciência, a comunicação intitulada *As Raízes Sociais e Econômicas dos “Principia” de Newton* (HESSEN, 1984), que exerceu influência marcante sobre jovens cientistas ingleses presentes ao Congresso (J.D. Bernal, H. Levy, J.B.S. Haldane, L. Hogben e J. Needham). Esse grupo voltou-se à publicação de livros sobre a dependência entre desenvolvimento científico e necessidades sociais.

Manifestaram-se reações contrárias à tese de Hessen. Muitos historiadores criticaram sua ênfase ao efeito de

fatores socioeconômicos no desenvolvimento científico. Na Inglaterra, a partir dos anos 50, destacou-se a vertente internalista da Filosofia das Ciências. Bernal e os demais componentes do grupo autodenominado humanistas científicos deixaram poucos seguidores. Nos Estados Unidos também predominou o internalismo. Mesmo os soviéticos escreveram pouco na direção externalista, numa análise histórica de cunho científico.

O próprio Hesse, no fim dos anos 20, precisou lutar contra oposições à teoria da relatividade, na antiga União Soviética, pois interpretações marxistas ortodoxas, mecanicistas, incompatibilizavam a relatividade e o materialismo histórico. Hesse levou uma vantagem inicial durante o período de Lenin, assumindo-se publicamente como divulgador da Física moderna na URSS. Mas, quando Stalin chegou ao poder, Hesse foi perseguido e, após 1934, desapareceu, provavelmente executado. Mais tarde, ainda na URSS, o avanço de pesquisas genéticas foi bloqueado durante anos, por contestações ideológicas às leis de Mendel.

Na análise de Hesse (1984), apenas fatores externos determinam o desenvolvimento das ciências, mas filósofos das ciências seus contemporâneos, como Popper, subestimam influências externas. Nas últimas décadas do século passado diminuiu o conflito entre as duas posições. Ambas passaram a ser consideradas como complementares. A visão internalista, essencialmente epistemológica, é enriquecida pelo externalismo, presente em diversas fontes que exploram os condicionantes sociais, econômicos, religiosos e culturais do desenvolvimento científico.

Certamente exigências externas, impostas pela sociedade, podem direcionar as investigações. Mas não há contradição entre internalismo e externalismo. Ambos são válidos, porém limitados quando considerados isoladamente, excluindo-se um ao outro. A aceitação ou rejeição de certos temas depende de terem ou não apoio e

financiamento, mas depende, igualmente, de seus esboços, mas conceituais serem considerados como “científicos”, num determinado momento histórico, o que tem provocado e mantido um amplo debate abrangendo a Filosofia e História das Ciências, com reflexos na educação.

3.4 Resgatando contribuições ao debate epistemológico

No contexto da valorização de um debate epistemológico e educacional em torno da Filosofia das Ciências, foi interessante perceber que importantes idéias em discussão já haviam sido formuladas e publicadas por autores pouco conhecidos no mundo anglo-saxão, como Bachelard e Fleck. Eles merecem ser destacados, assim como Hanson, precursor de um enfoque centrado na percepção ao analisar a objetividade científica.

• Bachelard – racionalismo dialético

Gaston Bachelard (1884-1962), filósofo das ciências francês, professor de Física e Química,⁵ praticamente não foi mencionado entre filósofos das ciências anglo-saxões. Suas idéias, porém, permanecem atuais, numa produção literária que abrange mais de 25 obras, publicadas entre 1928 e 1972. *Le Nouvel Esprit Scientifique*, traduzida em língua portuguesa (BACHELARD, 1986), com publicação original em 1934, foi a de maior repercussão.

Já em 1928, em *Etude sur la Evolution d'un Problème de Physique, la Propagation Thermique dans les Solides*, Bachelard afirmou que é apenas pela atividade construtiva do espírito que podemos precisar os fenômenos. Na mesma tese, defendeu a filosofia do inexistente, contestando a idéia de que só se conhece aquilo que se mede. Afirmou ainda

⁵ De acordo com a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gaston_Bachelard>. Acessada em: jul. 2007.

que não se fragmenta a realidade, nem se isola uma qualidade como a condutibilidade térmica, pois é preciso buscar a correlação com a estrutura (DAGOGNET, 1965).

Segundo Bachelard (1986), a evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceita como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguida por sua reestruturação.

Sua tese principal é a descontinuidade evidenciada na História das Ciências. A ciência não acumula inovações. Ela as sistematiza e coordena. E o cientista não descobre nada, apenas sistematiza melhor. O essencial não é acumular fatos e documentos, mas reconstruir o saber, através de atos epistemológicos que reorganizam e transformam a evolução de uma determinada área das ciências. Por isso o maior obstáculo à formação do espírito científico é colocar a experiência antes e acima da crítica. Para Bachelard, o imediato deve ceder ao construído, em qualquer circunstância.

Cientista e poeta, Bachelard critica a filosofia por suas reflexões e pensamentos desligados da matéria, pois a Química surpreende mais do que a poesia, quando se pensa nos progressos científicos e na mecânica quântica. O conhecimento do todo é essencial. Mas não é imutável: as retificações e as extensões nos impulsionam a buscar continuamente. E “é no momento que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido... Com a relatividade, o espírito científico constitui-se juiz do seu passado espiritual.” (BACHELARD, 1986, p. 42). A retificação dos conceitos, realizada pela teoria da relatividade, ilumina as noções anteriores e mostra a evolução do pensamento. Tudo isso tem valor pedagógico: a epistemologia de Bachelard é, também, uma pedagogia.

Bachelard (1978) destaca diferenças de método na evolução dos conceitos científicos, na seguinte ordem: animismo, realismo, positivismo, racionalismo simples e racionalismo complexo e dialético. Esse último é um racionalismo aplicado, que vai do racionalismo à experiência (BACHELARD, 1987). Na sua reinterpretação da racionalidade científica, adverte:

O nosso racionalismo simples entrava o nosso racionalismo completo e sobretudo o nosso racionalismo dialético ... as filosofias mais sãs, como o racionalismo newtoniano e kantiano, podem, em determinadas circunstâncias, constituir um obstáculo ao progresso da cultura. (BACHELARD, 1978, p. 126).

A epistemologia de Bachelard enfatiza a história recorrente, que é a necessidade de conhecer o presente para, a partir dele, compreender o passado. Mas isso não deve ser confundido com uma reconstrução racional da História, que seleciona e organiza acontecimentos para reforçar uma determinada interpretação. Para Bachelard (1986), recorência histórica significa rever o passado com os conhecimentos atuais, respeitando as respectivas visões de mundo. Como a continuidade da História da Ciência é intercalada por cortes epistemológicos, precisamos compreender-lá à luz do saber contemporâneo.

Procurando esclarecer convicções e cosmologias pré-científicas, Bachelard é impregnado por elas (DAGOGNET, 1965). Considera que as valorizações primitivas são básicas no processo do conhecimento, constituindo-se em nossas motivações, porque os verdadeiros interesses são os interesses sonhados. A ciência não nasce da necessidade, nasce do dinamismo do devaneio. Na sua obra, o trabalho é um valor fundamental, por levar à remodelação dos conhecimentos e à reestruturação do ser humano. Mas o sonho não é menos importante que o trabalho.

• *Fleck – coletivos de pensamento e estilos de pensar*

Ludwik Fleck (1896-1961), médico judeu polonês, dedicou-se também à Filosofia, Sociologia e História das Ciências, como outros médicos da Escola Polonesa de Filosofia da Medicina (SCHÄFER e SCHNELLE, 1989). Foi contemporâneo de Popper e Bachelard, mas era praticamente desconhecido até ser mencionado por Kuhn (1978) no prefácio do livro *A estrutura das revoluções científicas*.

Segundo Löwy (1994), Kuhn leu, nos anos 50, o livro *A gênese e o desenvolvimento de um fato científico* (FLECK, 1986), publicado em 1935 em alemão. Essa obra, editada em inglês nos anos 70 e em espanhol nos anos 80, faz uma epistemologia comparada e uma análise externalista sobre a sífilis, ao apresentar como a doença foi tratada ao longo da história. Mostra, além do caráter coletivo da pesquisa científica, “a dependência da ciência de fatores externos a ela.” (SCHÄFER e SCHNELLE, 1989, p. 26). Mas isso, naquela época, não teve qualquer repercussão.

Fleck (1986), em sua teoria de “coletivos de pensamento” e “estilos de pensamento”, opõe-se ao positivismo lógico do Círculo de Viena. Critica a percepção de “fatos comuns da vida cotidiana ou da física clássica como os únicos seguros e dignos de confiança” (p. 43) e discorda “que o objetivo único ou principal da história do conhecimento consista na comprovação da consistência dos conceitos e suas conexões” (p. 69). Relaciona palavras, idéias e vivências, argumentando que o desenvolvimento das idéias não segue do particular ao geral, mas “do geral ao particular” (p. 74), pois há “forças sociais que formam conceitos e criam hábitos de pensamento”, convertendo-se “em realidade evidente que condiciona [...] outros atos de cognição posteriores”, emergindo, assim, “um sistema fechado, harmonioso, dentro do qual já não se pode seguir o rastro da origem lógica de cada elemento individual.” (p. 84-85). Esse sistema é um estilo de pensamento,

categoria fundamental na obra de Fleck, semelhante ao que Thomas Kuhn chamou de paradigma trinta anos depois.

Segundo Fleck (1986, p. 85), há um pensar compartilhado (estilo de pensamento), assumido por um determinado grupo de pessoas (coletivo de pensamento). Os conhecimentos e práticas desse grupo fazem a mediação entre sujeito e objeto – ou seja, o “estado de conhecimento de cada momento” constitui “o terceiro componente da relação.” Assim, os saberes existentes condicionam o novo conhecimento, “e este conhecer expande, renova e dá sentido novo ao conhecido”.

Apoiando-se em numerosos exemplos, Fleck considera que “tanto o pensar como os fatos são mutáveis”, pois “mudanças de pensamento se manifestam em fatos novos” e “fatos fundamentalmente novos só podem ser descobertos por meio de um novo pensar.” (1986, p. 96). Portanto, “O caminho que proporciona as idéias e verdades se mantém apenas mediante o movimento contínuo e a interação.” (p. 98). Mas “O indivíduo não tem [...] consciência do estilo de pensamento coletivo, que [...] exerce sobre seu pensamento uma coerção absoluta e contra a qual é essencialmente impensável uma oposição.”⁶ (p. 88).

Fleck (1986), ao analisar mudanças conceituais e reformulações de problemas de pesquisa em coletivos de pensamento, compara, historicamente, epistemologias constituídas a partir das interações intercoletivas e intracoletivas. Identifica, na estrutura de coletivos estáveis, o que chamou de “círculo esotérico” (especialistas, investigadores, “iniciados”) e “círculo exotérico” (grupo maior, com saber popular). Considera ainda a existência de protoidéias, idéias vagas e pré-científicas relacionadas ao desenvolvimento conceitual das ciências.

Como a mesma pessoa assume idéias de diferentes coletivos de pensamento – não apenas de uma comunidade

⁶ Tradução da autora, como nas demais citações de Fleck (1986).

científica – esse intercâmbio pode provocar mudanças no seu modo de pensar. Por isto o modelo de Fleck permite tanto a análise de conhecimentos inerentes a cientistas como a análise de conhecimentos compartilhados por outros grupos – por exemplo, grupos de alunos. Neste sentido, tem sido estudado pelo grupo de pesquisa coordenado por Demétrio Delizoicov (2002, 2007), na UFSC, especialmente em teses com aplicação da teoria de Fleck à educação em Ciências (DA ROS, 2000; Nadir DELIZOICOV, 2002; LEITE, 2004).

• *Hanson – observação e interpretação*

Podemos dizer ou pensar que todas as pessoas observam as mesmas coisas, embora interpretem de modos diferentes. Mas, nos anos 50, o filósofo das ciências norte-americano Norwood Russell Hanson (1924-1967)⁷ já afirmava que não podemos separar a observação da interpretação sem descaracterizá-las.

O que é a observação, antes da interpretação? É inconcebível separá-las, segundo Hanson, que contesta a pretensa objetividade da observação científica. Para ele, nosso modo de ver o mundo faz com que, ao observar, já estejamos interpretando. É como separar a pintura de uma tela: “separar a pintura da tela destrói o quadro” (HANSON, 1975, p. 128).

A interpretação acontece no próprio ato de observar. Uma observação científica não é análoga a uma fotografia da realidade. A base empírica das observações apresenta uma intrincada mistura com componentes teóricos, dos quais é indissociável. Toda a observação está impregnada de teoria. (HANSON, 1975, 1985).

Hanson sustenta, literalmente, que dois observadores, diante do mesmo fenômeno, podem fazer observações

diferentes. Exemplificando sua afirmação de que no ver existe algo mais que o que nos chega aos olhos, cita as diversas maneiras como pode ser visto um cubo de Necker.

Necker, observando cristais cúbicos ao microscópio, tinha a impressão de vê-los mudar de posição e isto deixou-o muito intrigado. Por que isto acontece?

Podemos observar o mesmo fenômeno num desenho como o da Figura 1. Ao vê-lo como um cubo ora visto de baixo, ora de cima, a diferença perceptiva não corresponde à formação de um padrão ótico anterior à interpretação.

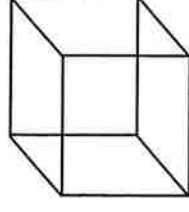


Figura 1 – Cubo de Necker.

Hanson cita muitos outros exemplos. Todas as figuras de perspectiva mutável utilizadas na Psicologia da Gestalt, como a bandeja, a escada e o túnel, bem como figuras reversíveis pela inversão figura-fundo, podem ser vistas de diferentes modos, no próprio ato de observar.

O estudo da capacidade de percepção através dos sentidos não é novidade para os biólogos, que reconhecem o papel do cérebro na decodificação das impressões sensoriais. A visão, por exemplo, é muito complexa. Ilusões de ótica, figuras de perspectivas mutáveis, figuras reversíveis, diferenças na percepção de crianças e adultos, ou entre adultos com conhecimentos diversificados, são também estudados pela Psicologia (sobretudo a Gestalt).

A originalidade de Hanson, ao tratar esse tema, consiste em associá-lo à Filosofia da Ciência, para contestar a crença na objetividade e na neutralidade científica. Assim

⁷ Segundo a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Norwood_Russell_Hanson>. Acessada em: jul. 2007.

como leigos e cientistas percebem de modo diverso um mesmo fato, cientistas com formação diferente também o fazem, sem que haja uma interpretação posterior à observação. A tese de Hanson é justamente esta: a observação é indissociável da interpretação, inclusive tratando-se da observação de fatos nas ciências naturais. Por trás das observações e das conclusões, existem teorias que nos influenciam.

3.5 Atualizando o debate

Atualmente, o debate epistemológico e pedagógico envolvendo a Filosofia das Ciências conta com importantes contribuições de autores contemporâneos, que, ao posicionarem-se diante de outras idéias, expressando sua crítica, expressaram também pensamentos próprios, trazendo uma nova luz ao tema, por ângulos diversos. Portanto, serão apresentados aqui Humberto Maturana, Edgar Morin, Larry Laudan e Mário Bunge, na seguinte ordem:

- Maturana – realidade, cientificidade e percepção;
- Morin – epistemologia e complexidade;
- Laudan – teorias, metodologias e valores;
- Bunge – realismo global e racionalismo científico.

• *Maturana – realidade, cientificidade e percepção*

Humberto Maturana, biólogo e filósofo chileno nascido em 1928,⁸ considera a existência de relações entre razão, emoção, ciência e vida, tanto no desenvolvimento pessoal como no desenvolvimento do conhecimento científico. Embora a maior parte dos trabalhos científicos apresente uma fachada de neutralidade, a ligação entre afetividade e razão é uma característica inerente ao ser humano e neurobiologicamente reconhecida.

Quer dizer, ao nos declararmos seres racionais vivemos uma cultura que desvaloriza as emoções, e não vemos o entrelaçamento cotidiano entre razão e emoção, que constitui nosso viver humano, e não nos damos conta de que todo sistema racional tem um fundamento emocional. (MATURANA, 2002, p. 15).

Refletindo sobre o que é cognição e qual é a natureza da vida, Maturana concluiu que vida e cognição se identificam. O processo de conhecer, ou cognição, é bem mais amplo que o de pensar. Envolve percepção, emoção e ação, assim como todo o processo vital. Por exemplo, os microorganismos, como as bactérias, percebem mudanças ambientais que lhes agradam ou não, e reagem diante disso. Morin (s/d) aceita essa teorização, referindo-se a Maturana ao comentar sua teoria da complexidade.

Maturana, como biólogo, reconhece que as bactérias não pensam, como as pessoas, cuja cognição inclui a linguagem, o pensamento e a consciência, envolvendo símbolos e representações mentais, mas argumenta que o pensamento abstrato é só uma pequena fração da cognição humana. Nossas ações e decisões não são exclusivamente racionais, são também emocionais, e o pensamento mescla-se a sensações físicas e a comportamentos que fazem parte do processo de conhecer. Esse é um padrão de organização comum a todas as criaturas vivas, segundo uma concepção de mente que foi desenvolvida nos anos 60, de modo independente, tanto por Maturana como por outro biólogo: Gregory Bateson (CAPRA, 2000).

A teoria de mente que Bateson e Maturana desenvolveram nos anos 60 tinha por base a cibernética. Mais tarde, Maturana, junto com Francisco Varela, rompeu com o modelo de computador para explicar a atividade mental, considerando que a cognição é mais que o processamento de informações e não corresponde à representação mental de um mundo objetivo: ela *cria* um mundo, de acordo com a estrutura de cada organismo. Assim, cada sistema vivo

⁸ Segundo a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Humberto_Maturana>. Acessada em: jul. 2007.

constrói seu próprio mundo, de acordo com sua própria estrutura, na interação com o meio ambiente. Ao mesmo tempo, interage com outros sistemas vivos, comunicando-se e coordenando ações recíprocas, conectando esses mundos criados em forma de uma rede que regula e organiza a si mesma – ou seja, uma rede autopoietica.

A teoria da autopoiese, desenvolvida por Maturana e Varela (1995), considera que um sistema autopoietico passa por contínuas mudanças de estrutura, mas preserva seu padrão de organização semelhante a uma teia. Essas mudanças estruturais podem ser tanto de auto-renovação cíclica (reposição de células e formação de tecidos e órgãos, mantendo a identidade ou padrão de organização) como de “acoplamento estrutural” (respostas a influências ambientais com mudanças de estrutura, envolvendo adaptações, aprendizagem e desenvolvimento contínuos). A interação do organismo com seu meio ambiente é uma interação cognitiva, em que a inteligência transparece na riqueza e flexibilidade do acoplamento estrutural de cada organismo. Portanto, nossas atividades mentais, emocionais e biológicas encontram-se integradas.

Essa é uma afirmação essencial na obra de Maturana (1997a). Por meio de uma argumentação biológica, e não filosófica, sociológica ou psicológica, ele esclarece que interações recorrentes levam à constituição de sistemas sociais entre os humanos, como característica inerente à espécie, da mesma forma como se originam outros sistemas sociais entre os seres vivos. Pela teorização de Maturana (1997c), toda a objetividade ao nosso alcance, enquanto humanos, é sempre uma “objetividade entre parênteses”, pois, ao interagir na linguagem, estabelecemos um critério de aceitabilidade “que determina as reformulações da práxis do viver” (p. 252). É o uso recursivo de “coerências operacionais que constituem aquela práxis de viver que gera suas reformulações explicativas” (p. 253), estabele-

cendo-se um processo em espiral em que as percepções e interpretações são determinadas pelas próprias mudanças de conduta individuais e coletivas (MATURANA, 1997d). Isto se aplica às comunidades de cientistas.

Referindo-se à metodologia científica e a critérios de validação, afirma que a ciência é “um domínio de afirmações operacionais socialmente aceitas, validadas por um procedimento que especifica o observador que as gera como um observador padrão”. Ou seja, “a ciência é um domínio cognitivo fechado, no qual todas as afirmações são, necessariamente, dependentes do sujeito, validadas somente no domínio de operações no qual o observador padrão existe e opera.” (MATURANA, 2002, p. 125).

Portanto, no domínio cognitivo próprio do cientista, considerando-o como “observador padrão” que busca critérios intersubjetivos de validade e rigor, a objetividade possível nesse contexto é dependente do sujeito e, portanto, subjetiva. É dependente do sujeito (cientista) porque liga-se a critérios consensualmente construídos e explicitados por meio da linguagem, que direcionam observações e interpretações de forma interdependente, como em toda a cognição humana. Neste sentido, a argumentação de Maturana (1997c, 2002) é coerente com a de Hanson (1985), aprofundando, porém, os aspectos biológicos do processo de conhecer. Em sua análise, como neurobiólogo, a dinâmica estrutural do sistema nervoso não depende diretamente das situações em que nos encontramos, a reação às situações é que depende dessa dinâmica estrutural, direcionada “pelas configurações sensoriais que o organismo admite a cada instante como perturbações” de seus sensores e do seu sistema nervoso (MATURANA, 2002, p. 120).

Nesse contexto, Maturana destaca a importância do amor como emoção básica no fenômeno social humano, que se constitui no compartilhar e se expressa na linguagem. A interação na linguagem pode tanto dar força e

alegria como atormentar, não apenas na vida cotidiana, mas também em grupos de pesquisa científica.

Isto distingue a espécie humana desde os seus primórdios: “Sendo o amor a emoção que funda a origem do humano, e sendo o prazer do conversar nossa característica, resulta em que tanto nosso bem-estar como nosso sofrimento dependem de nosso conversar.” (MATURANA, 1997b, p. 175).

Assim, “O que nos faz seres humanos é a nossa maneira particular de viver juntos como seres sociais na linguagem”, e “o amor é o fenômeno biológico que nos permite escapar da alienação anti-social criada por nós através das nossas racionalizações.” Maturana, com essas considerações, convida a refletirmos sobre o amor como sendo uma contribuição biológica própria da humanidade, afirmando que, “sem o amor como um fenômeno biológico espontâneo, não há socialização”. (MATURANA, 1997b, p. 186). A cognição humana implica razão, emoção, ação e sentimento.

• *Morin – epistemologia e complexidade*

Edgar Morin, sociólogo e filósofo francês que nasceu em Paris, em 1921,⁹ em sua extensa obra procura articular saberes, criticando a compartimentação do conhecimento e a especialização excessiva, recomenda aos cientistas um esforço para pensar de modo complexo. Sobre tudo em termos sociais e políticos, considera que muitos erros podem ser cometidos pela incapacidade de organizar informações. Afirma que “há complexidade toda vez que se produz um emaranhamento de ações, de interações, de retroações”, de tal forma que nem um computador poderia decifrar os processos em curso, e também diante de “fenômenos aleatórios”, indeterminados, ou quando

ocorrem, simultaneamente, “dificuldades empíricas e dificuldades lógicas.” (MORIN, 1996, p. 274). Esclarece que a complexidade abrange o que parece simples e envolve limitações: “É o problema da dificuldade de pensar, porque o pensamento é um combate com e contra a lógica, com e contra as palavras, com e contra o conceito”, havendo ainda a “dificuldade da palavra que quer agarrar o inconcebível e o silêncio.” (MORIN, s/d, p. 14).

Considerando que a fragmentação do conhecimento em disciplinas, ao permitir o desenvolvimento dos conhecimentos específicos, é também uma organização que dificulta o conhecimento do conhecimento, pela falta de comunicação entre informações de diferentes áreas, Morin (1999) recomenda uma nova articulação do saber, um esforço para circulação de idéias e uma ênfase na reflexão. Aborda, então, questões epistemológicas, especialmente em dois de seus livros: *O problema epistemológico da complexidade* (MORIN, s/d) e *O Método 3 – O conhecimento do conhecimento* (MORIN, 1999). Além disso, resume sua *Epistemologia da complexidade* em um dos capítulos do livro organizado por Schnitman (1996).

Recapitulando a história recente das ciências, Morin (s/d, p.13) comenta os fundamentos filosóficos do Círculo de Viena e o “debate anglo-saxônico – Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos e outros”. Identifica nele uma falta de atenção ao problema da complexidade do conhecimento, destacando Bachelard por tê-lo abordado profundamente na obra *O novo espírito científico*.

Para Morin (s/d), os fundamentos do conhecimento científico estão em crise e isto reflete uma crise mais profunda, que abrange todo o pensamento contemporâneo. Em sua análise, a busca de certezas nas ciências fracassou, a partir da argumentação convincente de Popper. Em resultado é possível uma dúvida generalizada, como a de Feyerabend, ou a tentativa de preservar um núcleo de objetividade e racionalidade no pensamento científico.

⁹ Segundo a enciclopédia livre Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Edgar_Morin>. Acessada em: jul. 2007.

Sendo a cientificidade “a parte emersa de um iceberg profundo de não-cientificidade” (MORIN, s/d, p. 18), há um paradoxo: o mundo que a ciência quer conhecer, mesmo sendo um mundo objetivo, não pode ser percebido sem a presença de um observador. Então, a objetividade que o pesquisador busca é produzida e reconstruída conforme a organização e dinâmica da comunidade científica à qual pertence, pois “as teorias não são objetivas, são subjetivas-objetivas: tratam dados objetivos mas são construções.” (Idem, p. 17).

Assim como Maturana (1997, 2002), Morin (1999) aceita a idéia de organização viva, que substituiu a de matéria viva, e relaciona vida e cognição, considerando os processos vitais pelos quais “o ser vivo é um ser auto-eco-organizador”. Destacando que o nosso cérebro é formado a partir da ectoderme, conclui que “nosso conhecimento está ligado à nossa relação ativa com o mundo exterior e que o vínculo primeiro e fundamental do conhecimento cerebral é o da ação.” (MORIN, 1999, p. 22). Assim, “O cérebro está aberto para o mundo exterior e o homem tem uma abertura infinita sobre o infinito do mundo.” (Idem, p. 25).

Relacionando, continuamente, subjetividade e objetividade, por ser a objetividade intersubjetivamente construída, Morin considera tanto a contribuição pessoal do pesquisador como seu ambiente cultural, que é uma construção histórica. Isso caracterizaria um “determinismo situacional”, ligado tanto a normas e pensamentos conformistas como a inovações e revoluções no conhecimento. Isto acontece considerando o simples e o complexo, na “dialógica ordem-desordem-organização” que caracteriza a complexidade. Mas, “na alta complexidade, a desordem torna-se liberdade e a ordem é muito mais regulação do que imposição.” (MORIN, s/d, p.107).

Recomendando estudar a organização de diferentes sistemas de idéias, destaca a necessidade de um esforço no sentido de compreender teorias e visões do mundo

divergentes, entre indivíduos e culturas. Considera que deveria haver uma “transparadigmatologia”, pois “o que deve comunicar são as estruturas de pensamento e não apenas a informação” (p. 32), para entender o modo de estruturação de outros tipos de pensamento diferentes do nosso, tanto dentro da mesma cultura como em relação a culturas diversas.

A complexidade do conhecimento disponível hoje não comporta idéias reducionistas. Não admite um mundo fechado. Entretanto, não é fácil compreender a estruturação de pensamentos diferentes do nosso. Isto nos desafia a buscar o conhecimento dos próprios sistemas de idéias, concebidos na sua organização e no seu modo de ser específico, como resultado de uma construção social que se desenvolve e se transforma ao longo do tempo.

A idéia de complexidade comporta a incerteza e o inacabamento. Além disso, “a complexidade é o desafio, não é a resposta”, e “o cientista mais especializado tem idéias sobre verdade, tem idéias sobre a relação entre o racional e o real, tem idéias ontológicas sobre o que é a natureza do mundo e sobre a realidade.” (MORIN, s/d, p. 102). Isto aproxima ciência e filosofia, pois

[...] as pesquisas científicas relativas ao conhecimento retornam o problema posto por Kant e, quem, o problema filosófico clássico da relação entre corpo/cérebro/espírito. Achamo-nos, portanto, em território científico sem abandonar a interrogação filosófica. (MORIN, 1999, p. 31).

Considerando ciência e filosofia como duas faces diferentes e complementares do pensamento, seria fundamental a comunicação entre ambas. Nesse aspecto, entretanto, reconhece que “quanto mais se progride, mais se transgride” (p. 33). Então, propõe um “Realismo relacional, relativo e múltiplo” (p. 270), situado além do realismo ingênuo e do realismo crítico.

• *Laudan – teorias, metodologias e valores*

Larry Laudan é um filósofo das ciências contemporâneo graduado em Física, doutor em Filosofia e professor em universidades norte-americanas e inglesas, que nasceu no Texas, em 1941.¹⁰ Embora suas obras ainda não tenham sido editadas no Brasil, suas idéias encontram-se em livros importados editados em língua inglesa, alguns com versões em espanhol, e também em estudos realizados por autores nacionais, em especial Villani (2007) e Bezerra (2004), ou argentinos, como Concari (2001).

Laudan (1986, p.11) considera que os cientistas buscam desenvolver teorias com ênfase “na resolução de problemas”, ou seja, as teorias mais valorizadas são as mais amplas e eficientes para resolver problemas empíricos (ligados a fatos ou a fenômenos) e conceituais.

Ao caracterizar a ciência como atividade de solução de problemas, construindo argumentos que reduzem conflitos presentes no debate epistemológico resumido neste livro, Laudan (1993) critica tanto o positivismo como o relativismo, rejeitando a ambos e buscando preservar, essencialmente, a racionalidade do empreendimento científico, especialmente nos períodos de transição.

Os problemas resolvidos pelos cientistas são provisorios. Quando parecem resolvidos, novos problemas se manifestam, mas a racionalidade dos cientistas direciona-se a resolver problemas com continuidade. Essa é uma tendência sistemática: os cientistas dedicam-se a construir um conhecimento inacabado e sujeito a críticas, impulsionados a contribuir para modificar e renovar a ciência e a tecnologia.

A atividade científica, conforme Laudan (1984), avalia o trabalho dos cientistas por meio de um *modelo reticulado*,

considerando três diferentes níveis: o das teorias e fatos científicos; o das regras metodológicas; o axiológico ou dos valores cognitivos e epistêmicos, havendo influências recíprocas entre eles, com ajustes mútuos. “O processo gradual de transformação da estrutura teoria-metodológica valores por meio de uma sucessão de transformações parciais é denominado *reticulação*.” (BEZERRA, 2004, p. 467). Mas “o princípio da racionalidade tem precedência sobre qualquer outro princípio axiológico, metodológico ou teórico.” (Idem, p. 469).

O modelo reticulado permite atenuar divergências na avaliação de teorias científicas, porque ao relacionar teorias, metodologias e valores obtém-se um *equilíbrio reflexivo*: a comunidade científica pode fazer escolhas racionais sem a certeza de que sejam as melhores, mas permanece em aberto a revisão dessas escolhas, segundo Villani (2007, p. 125), que acrescenta: “[...] existe também a possibilidade de conciliar a racionalidade científica com a presença de outras motivações, inclusive inconscientes.” Assim, a consideração da subjetividade dos cientistas permite que idéias de diferentes filósofos das ciências sejam articuladas, destacando aspectos diversos da relação dos cientistas com o conhecimento científico e suas transformações.

No modelo reticulado de Laudan (1984), o nível axiológico permite avaliar as regras metodológicas mais adequadas ao trabalho científico, mas isto não é tão simples. Às vezes, metodologias novas substituem as antigas, permitindo o aperfeiçoamento de teorias. Outras vezes, teorias podem ser substituídas por não correponderem a valores como coerência e simplicidade. Em alguns casos será obtido consenso, em outros não, mas “há um processo complexo de ajustes mútuos e de justificativa mútua entre os três níveis de compromisso científico, sem que nenhum deles seja mais prioritário do que os outros.” (VILLANI, 2007, p. 130).

¹⁰ Segundo as enciclopédias livres Wikipedia e Symploké. Disponíveis em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Larry_Laudan> e <http://symploke.trujaman.org/index.php?title=Larry_Laudan>. Acessadas em: jul. 2007.

Laudan (1986) compreende a natureza do conhecimento científico num contexto que ele denomina “tradição de pesquisa”, uma alternativa aos “paradigmas” de Kuhn ou aos “programas de pesquisa científica” teorizados por Lakatos, aos quais se assemelha, porém sem exigência de coerência interna ou de relações estáveis entre um núcleo rígido e um cinturão protetor. Guridi, Salinas e Villani (2006, p. 9) assim resumem uma tradição de pesquisa, ou *Tradicón de Investigación (TI)*:

Una TI tiene un cierto número de teorías específicas que la componen y la ejemplifican parcialmente, transcurre a través de un cierto número de formulaciones diferentes y tiene generalmente una larga historia durante un período de tiempo considerablemente extenso, a diferencia de las teorías, que son de duración corta.

Assim, as tradições de pesquisa se desenvolvem, historicamente, no processo contínuo de resolução de problemas científicos, contribuindo na formulação de teorias.

O trabalho dos cientistas, sob esse enfoque, direciona-se à construção de novos conhecimentos por meio da formulação contínua de problemas a solucionar, com tendência a preservar a racionalidade científica por meio da articulação entre teorias, metodologias e valores, dialogicamente.

• *Bunge – racionalidade global e realismo científico*

Mário Augusto Bunge, que nasceu em Buenos Aires em 1919, é também um físico e filósofo das ciências contemporâneo e atualmente é professor em uma Universidade do Canadá.¹¹

Em sua extensa produção, Mário Bunge tem sido um duro crítico dos críticos ao positivismo, enfatizando a idéia

de que a filosofia está em crise. Ele considera que o relativismo filosófico, no qual enquadra Kuhn e Feyerabend e os que os seguem, seja um risco ao conhecimento científico, pois, “Segundo eles, os cientistas não estudam a realidade, mas a constroem; e não cooperam entre si para compreendê-la, mas lutam pelo poder” (BUNGE, 2002, p. 271). Bunge discorda, assim, de que a realidade social possa ser construída, admitindo a existência de verdades universais ou transculturais. Nisso aproxima-se do positivismo.

Entretanto, Bunge (1985) contesta o empirismo indutivista e o realismo ingênuo, estendendo sua crítica a todos os que são contrários à racionalidade e ao realismo. Defende, nas ciências e na tecnologia, uma “racionalidade global”, que envolva ações planejadas, incluindo tanto a criação de experimentos e planos de ação como a construção de teorias e a demonstração de teoremas.

Além dessa racionalidade global, inerente à ciência, à técnica e às ações planejadas, propõe um realismo científico. Segundo Bunge (1985b), o racionalista global é também realista quando explora o mundo e busca transformá-lo, considerando a existência de um mundo exterior a nós, independente da nossa percepção, e de uma realidade que é, ao menos em parte, passível de conhecimento e transformação. Então, a “melhor representação da realidade, assim como a melhor base para modificá-la”, é proporcionada pelo “realismo científico”, pois, “ao contrário do realista ingênuo, o realista científico admite a necessidade de inventar abstrações e adotar convenções, assim como de submeter a experiência e a ação ao controle teórico” (BUNGE, 1985b, p. 10). Portanto, propõe uma racionalidade global que abrange não apenas operações conceituais mas também empíricas e avaliativas, considerando que realizar experimentos e projetos não é menos racionalista do que teorizar ou demonstrar teoremas.

¹¹ Informações obtidas em Wikipedia, enciclopédia livre. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mario_Bunge>. Acessada em: jul. 2007.

Considerando a racionalidade lógica e conceitual insuficiente para o conhecimento da realidade, recomenda o exercício de outras formas de pensar, a começar pela racionalidade metodológica, voltada à ação. Essa ação envolve grupos. Assim,

A investigação científica se torna cada vez mais um empreendimento cooperativo; é uma tarefa social, inclusiva quando não é realizada em equipe. O componente social na investigação científica é a propriedade de serem públicos os problemas, as técnicas e os resultados (salvo alguns casos aberrantes); e também é público seu estudo. (BUNGE, 1986, p. 157).

Argumentando também que “O intuicionismo se opõe a este caráter social do trabalho científico”, afirma que a ciência não trabalha com intuições, mas sim “com dados e problemas, e constrói teorias e métodos, em lugar de ‘apreendê-los’.” (BUNGE, 1986, p. 156).

Bunge (2002) distingue probabilidade e plausibilidade. Relaciona a primeira a acontecimentos, que considera como independentes de nossa percepção e do contexto, e a plausibilidade a hipóteses, que dependem do contexto e relacionam-se a conhecimentos já constituídos. Exemplifica mencionando o placebo sua provável influência sobre o doente envolverá hipóteses mais ou menos plausíveis para explicar o mecanismo como atua.

Segundo Bunge (1985b, p. 163), “A ciência, pura ou aplicada, é o estudo da realidade por meio do método científico a fim de descobrir as leis das coisas”, enquanto “a essência da tecnologia é criar e testar artefatos, processos e planos de ação com ajuda da ciência.” Exemplifica mencionando a Física e a Biologia como ciências e a Engenharia de Telecomunicações e a Medicina como tecnologias embasadas em cada uma delas, respectivamente. Aprofunda questões envolvendo racionalidades, verdades, realismo e anti-realismos, explicações psicológicas e causais, determinismo e as crises da ciência,

concluindo que “não há conflito entre racionalidade e realismo.” (BUNGE, 1985, p. 190).

3.6 Buscando integração

Em que consiste o conhecimento científico, ou seja, o que é ciência? Esta pergunta pode ser respondida de diversos modos:

- ◆ Ciência é um conhecimento baseado em evidências observacionais e experimentais. Só é ciência o que pode ser verificado pelos sentidos ou relacionado a algo que o possa. (L)
- ◆ Só é ciência o que pode ser submetido à refutação, ou seja, uma teoria é científica se dela são deduzidas conseqüências que podem ser testadas para demonstrar sua falsidade. (P)
- ◆ É considerado como ciência aquilo que os cientistas aceitam por consenso. Teorias obsoletas não são científicas em princípio, simplesmente porque foram descartadas. (K)
- ◆ Ciência é uma forma de ideologia como tantas outras que existem no mundo. Nada prova que o conhecimento dito “científico” seja superior a outras formas de conhecimento. (F)
- ◆ Ciência é uma ruptura com o senso comum. O conhecimento científico depende tanto da razão como da experiência, porque se conhece contra um conhecimento anterior. (B)

Estas “respostas” correspondem a sínteses do positivismo lógico (L) e de algumas idéias de Popper (P), Kuhn (K), Feyerabend (F) e Bachelard (B), utilizadas no instrumento de pesquisa apresentado no Capítulo 1. Podemos acrescentar: “não existe a ciência universal, mas as ciências, cada qual com sua linguagem própria, seus paradigmas e métodos.” (ZILLES, 2003, p. 244); “não