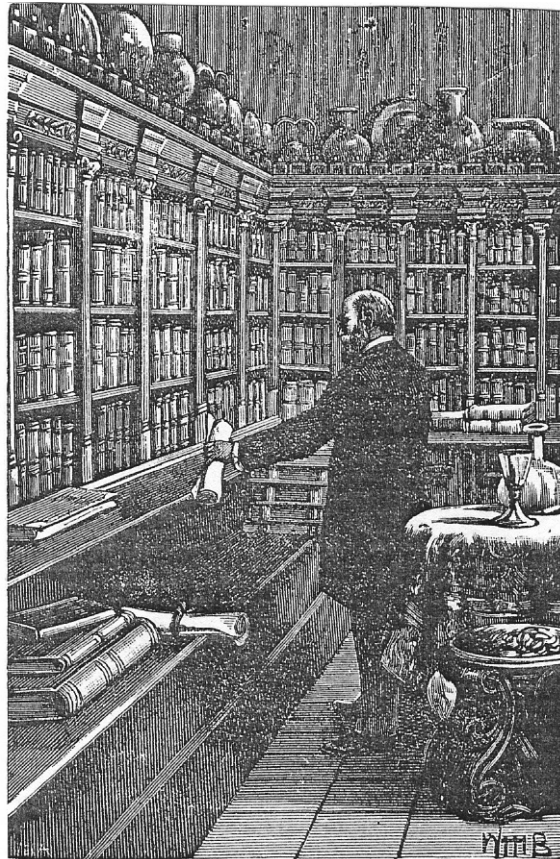


*Subsídios Epistemológicas para o Professor Pesquisador em
Ensino de Ciências*

Epistemologias do Século XX



*Marco A. Moreira
Neusa T. Massoni*

Porto Alegre, Brasil

2009, 2016

Ficha de apresentação

Tipo de publicação: conjunto de pequenas monografias sobre epistemologias do século XX com o objetivo de subsidiar epistemologicamente o professor pesquisador, em particular na área de ciências.

Autores: Marco Antonio Moreira
Neusa Teresinha Massoni

Data e local: 2009 (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil

Outras publicações da mesma série

- **Subsídios Teóricos:** *Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo.*
- **Subsídios Teóricos:** *A Teoria da Aprendizagem Significativa.*
- **Subsídios Metodológicos:** *Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos.*
- **Subsídios Metodológicos:** *Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos.*
- **Subsídios Didáticos:** *Mapas conceituais, Diagramas V e Organizadores Prévios.*

Sumário

1. Introdução.....	4
2. O Indutivismo.....	6
3. Karl Popper	8
4. Thomas Kuhn	13
5. Imre Lakatos	18
6. Larry Laudan.....	22
7. Gaston Bachelard	27
8. Stephen Toulmin	31
9. Paul Feyerabend	34
10. Humberto Maturana.....	38
11. Mario Bunge	42
12. Ernest Mayr	46
13. Conclusão.....	51
14. Glossário.....	54

1. Introdução

Este texto pretende apresentar de forma sucinta e bastante introdutória as diferentes visões de alguns dos principais filósofos da ciência do século XX relativamente à produção do conhecimento científico, à visão atual de ciência e seu processo de evolução.

O século XX foi um período de intenso debate epistemológico, desencadeado inicialmente por Karl Popper, ao qual aderiram diferentes protagonistas nas décadas subsequentes sobre o caráter, a função e a natureza da ciência.

Esse debate foi tão rico que deu origem, a partir das últimas décadas do século passado, a um novo campo de pesquisa em ensino de ciências, particularmente em ensino de Física, sobre as influências, a contribuição e o processo de transformação dessas visões no ensino e aprendizagem das ciências.

De maneira geral, a pesquisa tem mostrado que: a percepção dos professores e dos estudantes sobre ciências e sobre o trabalho dos cientistas tem efeitos no ensino e na aprendizagem; é importante que os professores estejam conscientes dessa influência; é preciso que os professores tenham consciência que as teorias científicas não são definitivas e que existem explicações alternativas e controvérsias em torno dessas teorias; uma visão criativa e aberta da ciência pode operar positivamente na imaginação e motivação dos estudantes; e mais ainda, que a despeito dos esforços desenvolvidos no sentido de introduzir visões contemporâneas, especialmente através da criação de disciplinas específicas com esse fim nas universidades, não tem sido alcançado um entendimento desejável da natureza da ciência, tanto por professores quanto por estudantes, nos diferentes níveis de ensino.

É necessário que os professores tornem claras para si mesmos suas imagens da natureza da ciência, pois eles desempenham papel importante como mediadores da cultura científica e precisam comunicar tais idéias em suas aulas.

Sob esse prisma procuraremos apresentar as idéias centrais dos seguintes epistemólogos da ciência: Karl Popper, Thomas S. Kuhn, Imre Lakatos, Larry Laudan, Gaston Bachelard, Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Humberto Maturana, Mario Bunge e Ernst Mayr. Antes, apresentaremos conceitos básicos do indutivismo, pois foi em oposição a ele que surgiram as chamadas epistemologias do século XX.

Nosso público alvo é o professor de ciências que deseja pesquisar nesta área, particularmente em sua própria sala de aula, sobre sua própria prática docente e sobre a aprendizagem de seus próprios alunos.

Cabe lembrar que pesquisar é produzir conhecimentos sobre um certo fenômeno de interesse, respondendo questões-foco sobre tal fenômeno, dentro de um marco teórico, metodológico e epistemológico sólido e coerente. Para isso, se o fenômeno de interesse é o ensino e a aprendizagem de ciências, é preciso aprender sobre teorias de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, sobre metodologias de pesquisa em educação e sobre epistemologia da ciência. Outros textos, complementares a este, tratam de bases teóricas

(Moreira, 2009a; Moreira, 2009b) e metodológicas (Moreira, 2009c). Este procura fornecer apenas bases epistemológicas para o professor pesquisador em ensino de ciências.

Contudo, este texto poderá subsidiar não só a pesquisa em ensino de ciências mas também o próprio ensino, pois acreditamos que a formação de um professor pesquisador deve contemplar não só os conteúdos específicos da sua própria disciplina e as questões metodológicas do ensino da mesma, mas também aspectos epistemológicos a fim de não ensiná-la sob um enfoque dogmático, empirista-indutivista, já superado pela epistemologia contemporânea.

Esperamos, então, que este texto possa subsidiar o professor de ciências tanto na pesquisa como na prática docente.

Marco A. Moreira

Neusa T. Massoni

Bibliografia

Moreira, M.A. (2009a). *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências. Comportamentalismo, cognitivismo e humanismo*. Porto Alegre, Ed. do Autor.

Moreira, M.A. (2009b). *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências. A teoria da aprendizagem significativa*. Porto Alegre, Ed. do Autor.

Moreira, M.A. (2009c). *Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências. Métodos quantitativos e qualitativos*. Porto Alegre, Ed. do Autor.

2. O Indutivismo

Começaremos esta série de breves textos sobre epistemologias do século XX com este que focaliza uma postura epistemológica – *o indutivismo* – anterior a esse século por que foi principalmente em oposição a ela que surgiu outra – *o falsacionismo* – que deu início à série de epistemologias, ou filosofias da ciência, abordadas nestes textos.

Chama-se indutivo ao tipo de raciocínio que nos leva das partes ao todo, ou seja, de enunciados singulares a enunciados universais, ou ainda, de casos particulares a generalizações.

Em termos formais, o chamado *princípio da indução* pode ser enunciado da seguinte forma:

Se em uma ampla variedade de condições observa-se uma grande quantidade de As e se todos os As observados apresentarem, sem exceção, uma propriedade B, então todos os As têm a propriedade B.

Embora seja grande o número de As observados apresentando a propriedade B, não são observados todos os As mas *induz-se que todos os As apresentam a propriedade B.*

Denomina-se indutivismo à filosofia da ciência que supõe que o conhecimento científico é produzido por *indução*: observa-se meticulosamente, mede-se rigorosamente, obtém-se um bom número de dados confiáveis e chega-se (induz-se) uma lei científica.

Para o indutivista, o conhecimento científico é construído a partir da base segura que proporciona a observação. Quer dizer, a ciência começa com a observação. Para ele, as observações são enunciados singulares confiáveis que constituem a base empírica segura da qual se derivam enunciados universais, i.e., as leis e teorias que constituem o conhecimento científico.

Quando faz referência a uma base empírica segura, o indutivista quer dizer que ela é constituída por um grande número de observações, que tais observações foram feitas em uma ampla variedade de situações e que nenhuma delas contradiz a lei universal derivada (induzida).

Uma vez obtidos os enunciados universais (leis científicas), eles podem gerar conseqüências – explicações, predições, hipóteses – que podem ser verificadas experimentalmente e gerar conhecimentos derivados.

Chama-se dedutivo o tipo de raciocínio que deriva conseqüências de enunciados universais e denomina-se *dedução* o processo correspondente.

Nessa óptica, as leis e teorias são obtidas por indução a partir de fatos obtidos através da observação e as explicações e predições são feitas por dedução a partir das leis e teorias induzidas.

Isso significa que em última análise a fonte da verdade está sempre na experiência, no registro empírico. Daí usar-se também o termo empirismo-indutivismo.

Para ilustrar o que foi dito até aqui, consideraremos o clássico exemplo dos cisnes brancos: se muitos cisnes fossem observados, em uma ampla variedade de situações, e de todos eles fossem brancos chegar-se-ia, por indução, à lei universal de que todos os cisnes são

brancos, da qual poder-se-ia deduzir conseqüências sobre o fato de todos os cisnes serem brancos.

Este mesmo exemplo serve para apontar fragilidades do empirismo-indutivismo:

- as observações são falíveis (alguns cisnes poderiam não ser exatamente brancos);
- há muitos enunciados universais compatíveis com um determinado conjunto de enunciados singulares; por exemplo, todos os cisnes são brancos ou negros (apesar de que nenhum cisne negro tenha sido ainda observado) ou todos são brancos ou amarelos (idem), ou ...
- as observações dependem de teorias; alguma teoria sempre precede os enunciados observacionais (se vamos observar cisnes é por que pressupomos que estes animais existem e têm uma certa coloração).

Cabe aqui, no entanto, destacar que opor-se ao induativismo não significa descartar a indução. É um erro pensar que, na prática, a indução não leva a teorias, ou conclusões mais gerais. Os cientistas usam, de fato, a indução para ir de um conjunto limitado de dados a uma conclusão mais geral. Mas provavelmente não o fazem acreditando que essa conclusão é única, ou universal. Então, o problema não é a indução em si, mas o induativismo enquanto postura epistemológica, quer dizer, o erro está em supor que o conhecimento científico “verdadeiro”, as “leis universais”, se obtém por observação e indução.

Na ciência, teoria e experimentação interagem permanentemente e nessa interação a indução, assim como a dedução, tem um papel central. Porém, o empirismo-indutivismo, como deverá ficar claro nos textos que seguem, não é a postura epistemológica, ou a filosofia da ciência, aceita nas epistemologias contemporâneas.

Bibliografia

Chalmers, A.F. (1999). *Que coisa é essa chamada ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense. 225p. Tradução do original *What's this thing called science?* (1976). University of Queensland Press.

Okasha, S. (2002). *Philosophy of science: A very short introduction*. New York: Oxford University Press. 144p.

3. Karl Popper

As idéias centrais da epistemologia de Karl Popper (1902-1994) podem ser sintetizadas no *racionalismo crítico*, o conhecimento científico entendido como uma construção do ser humano; na *refutabilidade* ou *testabilidade* como critério de demarcação entre o discurso científico e outros tipos de conhecimento; e nos conceitos de *conjeturas* e *refutações* como uma concepção inovadora da metodologia científica.

A idéia vigente até então era de que a ciência se distingue da pseudociência pelo uso do *método empírico*, que as teorias eram obtidas por *indução*, e que o critério de demarcação era o da *verificabilidade*. Os indutivistas acreditavam que é possível deduzir as teorias científicas de proposições simples que descrevem estados de coisas, que em princípio podem ser estabelecidas ou rejeitadas pela observação e experimentação, ou seja, o conhecimento oriundo da observação.

Popper critica o método da verificabilidade e procura demonstrar que:

O conceito positivista de «significado» ou «sentido» (ou de verificabilidade, confirmabilidade indutiva, etc.) não é apropriado para realizar a demarcação entre ciência e metafísica, simplesmente porque a metafísica não é necessariamente carente de sentido, embora não seja uma ciência (Popper, 1982, p. 281).

Ele propõe que toda a boa teoria científica proíbe certas coisas de acontecer; que a teoria que não puder ser refutada por um certo acontecimento concebível não é científica, ou seja, uma teoria científica é sempre susceptível de refutação; que todo *teste genuíno ou contrastação de uma teoria* é uma tentativa de refutá-la; se o *teste genuíno da teoria* resultar numa confirmação então a teoria é corroborada sem, no entanto, confirmá-la; que as confirmações relevantes só devem ser consideradas relevantes se resultarem de predições arriscadas, ou seja, são plausíveis acontecimentos incompatíveis com a teoria e que possam refutá-la.

Para salvar uma teoria da refutação, podem, os seus seguidores, formular hipóteses *ad hoc* (não refutáveis), o que, para Popper, trata-se de um procedimento que avilta o padrão científico. Para ele, qualquer hipótese auxiliar deve ser refutável.

Pode-se dizer, resumidamente, que o critério que define o ‘status’ científico de uma teoria é sua capacidade de ser refutada ou testada (op. cit., p. 66).

Um exemplo de teoria não refutável é a astrologia, pois, suas profecias são tão vagas que podem explicar qualquer coisa capaz de refutá-la. Essas profecias dificilmente falham, por isso tornam a teoria irrefutável. Na visão de Popper trata-se de uma pseudociência.

Para Popper, o critério de *refutabilidade* permite traçar uma linha divisória entre as ciências empíricas e todas as outras ciências de caráter religioso, metafísico ou simplesmente pseudocientífico, ou seja, o critério da *refutabilidade* ou *testabilidade* é a solução para o *problema da demarcação* (entre ciência e não-ciência).

O indutivismo defende que é justificável obter as leis e teorias científicas a partir dos fatos pela utilização da lógica indutiva, ou seja, a observação antecede às teorias.

Popper argumenta que não se justifica inferir *resultados universais* a partir de *resultados singulares*, mesmo depois de um grande número destes resultados singulares. Até porque, não é possível especificar “quantos” são necessários para se satisfazer ao critério “um

grande número de observações”, ou seja, *independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos* (idem, 1985, p. 28).

Se quisermos explicar o mundo que nos rodeia, o procedimento mais razoável de que dispomos para aceitar tal desafio é o *método crítico* ou das tentativas de refutação: **fazer conjecturas, chegar a conclusões genéricas e tentar refutá-las incessantemente**. Nas palavras de Popper:

Precisamos propor teorias, ousadamente; tentar refutá-las; aceitá-las tentativamente, se fracassarmos nesse intento.

Desse ponto de vista, todas as leis e teorias são essencialmente tentativas, conjecturais, hipotéticas – mesmo quando não é mais possível duvidar delas (idem, 1982, p. 81).

O progresso contínuo é para Popper uma característica essencial do caráter racional e empírico do conhecimento científico. Entretanto, ele deixa claro que ao falar dessa expansão do conhecimento científico não está se referindo a um processo de acumulação, mas, de uma reiterada substituição de teorias científicas por outras cada vez mais satisfatórias, que nos dizem mais, isto é, teorias que contêm mais informação empírica ou conteúdo e, por isso mesmo, com maior capacidade explicativa, maior poder de previsão, maior testabilidade.

A história da ciência, como a história de todas as idéias humanas, é feita de sonhos irresponsáveis, de erros e de obstinação. Mas a ciência é uma das poucas atividades humanas – talvez a única – em que os erros são criticados sistematicamente (e com frequência corrigidos). Por isso podemos dizer que, no campo da ciência, aprendemos muitas vezes com nossos erros (ibid., p. 242).

Parece-nos estar associada ao critério de refutação a idéia do **erro** (tentativa e erro), tese que também é defendida por outros filósofos, como Bachelard, e por isso será retomada mais adiante.

Se, no entanto, o progresso exige que as teorias tenham mais conteúdo isso significa também que devemos utilizar teorias com **menor probabilidade** (no sentido do cálculo de probabilidades) em oposição ao indutivismo, que acredita na verificabilidade das teorias, ou seja, uma maior probabilidade dessas teorias corresponderem à verdade.

Popper rejeita o método indutivista como critério de demarcação e propõe a lógica falsacionista, ou seja, a testabilidade e refutabilidade para distinguir entre teorias científicas e não científicas.

O progresso da ciência, tal como entende o falsacionista (seguidor das idéias de Popper), pode ser resumido da seguinte forma:

A ciência começa com problemas, problemas estes associados à explicação do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções para o problema. As hipóteses conjecturadas são então criticadas e testadas. Algumas serão rapidamente eliminadas. Outras podem se revelar mais bem-sucedidas. Estas devem ser submetidas a críticas e testes ainda mais rigorosos. Quando uma hipótese que passou por uma ampla gama de testes rigorosos com sucesso é eventualmente falsificada, um novo problema, auspiciosamente bem distante do problema original resolvido, emergiu. Este novo problema pede a invenção de novas hipóteses, seguindo-se a crítica e testes renovados. E, assim, o processo continua indefinidamente (Chalmers, 1999, p. 73).

Para o empirista-indutivista ingênuo o conhecimento científico é confiável e seguro porque deriva de uma base segura: as observações neutras, objetivas, que podem ser averiguadas por qualquer observador. Em outras palavras, não é admitido nenhum elemento pessoal, subjetivo.

Para Popper, contrariamente, as expectativas, hipóteses ou teorias **precedem** até mesmo os problemas. Aliás, os problemas somente aparecem quando as teorias trazem dificuldades ou contradições. Assim, os problemas suscitam o desafio de aprender, de avançar no conhecimento.

Ou seja, a observação não é fonte do conhecimento. A observação é sempre seletiva, nunca se resume simplesmente às sensações ou percepções do observador, pois, se assim fosse ele se limitaria a transcrever em relatórios o resultado dessas sensações e percepções. De fato, a observação é determinada pelas expectativas e problemas que habitam o espírito do investigador e que foram retiradas (as expectativas) de um conhecimento anterior.

Não existe nenhuma observação que não esteja *impregnada de teoria*, embora Popper admita que quando se trata de observações inesperadas, essas podem suscitar problemas, se entram em conflito com nossas expectativas.

A ciência busca encontrar teorias verdadeiras (que guardem a melhor correspondência possível com os fatos): (...) *buscamos a verdade, mas podemos não saber quando a encontramos; pois não dispomos de um critério para reconhecê-la, mas somos orientados assim mesmo pela ideia da verdade como 'princípio regulador'* (ibid., p. 251).

A ciência busca sempre uma verdade interessante e nova e embora não seja possível provar que uma teoria é verdadeira, é possível provar sua falsidade.

O *racionalismo crítico* de Popper admite que a racionalidade se trata de uma atitude crítica na busca de teorias, ainda que falíveis, que permitam progredir, ir além das teorias precedentes, isto é, que consigam resistir a testes cada vez mais rigorosos.

O racionalismo popperiano é *realista*, ou seja, a realidade existe. Contudo, as teorias científicas serão sempre aproximações, tentativas de descrever essa realidade sem nunca saber se, de fato, correspondem a ela. É também *indeterminista*, no sentido de que, para ele, o futuro não está contido no presente que o determina integralmente.

Entendemos que o debate desencadeado por Popper representou um enorme avanço para a filosofia da ciência, principalmente no que se refere à noção de *falsificação* como critério de demarcação entre ciência e não-ciência e ao *método crítico*, ou seja, princípio fundamental de que a ciência é uma construção do ser humano a partir de *conjecturas* controladas por *refutações* como forma de se obter o progresso científico.

Julgamos, entretanto, que uma limitação importante do falsacionismo de Popper é o fato de que as teorias não podem ser rejeitadas de forma conclusiva simplesmente porque os enunciados observáveis que servem de base para a falsificação podem vir a ser falsos à luz de progressos posteriores. Em outras palavras, as observações refutadoras é que podem ser falsas. Ou seja, os enunciados observacionais são falíveis. Se os cientistas tivessem seguido rigorosamente o falsacionismo, muitas teorias físicas que obtiveram grande sucesso, como por exemplo a mecânica de Newton, nunca teriam sido desenvolvidas, pois teriam sido rejeitadas logo na sua nascença. Além disso, é natural que os cientistas considerem uma teoria com grau de plausibilidade maior se ela consegue passar com sucesso por testes que tentam refutá-la. Popper, no entanto, era um opositor radical às idéias de confirmação das teorias.

Para concluir esta breve introdução à epistemologia de Popper, apresentamos na Figura 1 um diagrama – conhecido como diagrama V ou Vê epistemológico de Gowin (Gowin, 1981; 2005; Moreira, 2006) – que busca mostrar a estrutura dessa epistemologia, ou seja, suas perguntas básicas e como elas foram respondidas.

Bibliografia

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y., Cornell University Press.

Gowin, D.B. & Alvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*. New York, Cambridge University Press.

Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais & Diagramas V*. Porto Alegre, Ed. do Autor.

Popper, K. (1982). *Conjecturas e refutações*. Brasília, Editora de UnB.

Popper, K. (1985). *Lógica da pesquisa científica*. São Paulo, EDUSP.

A epistemologia de Popper

Domínio conceitual

Filosofias: realismo; racionalismo crítico; indeterminismo.

Teorias: são tentativas, conjecturas, suposições, especulações criadas livremente pelo intelecto humano.

Princípios:

- As conjecturas (teorias) se referem à realidade.
- O método da ciência é a crítica.
- Enunciados observacionais são falíveis.
- A observação depende da teoria.
- Não é possível gerar enunciados universais a partir de enunciados particulares.
- Quanto mais falseável uma teoria melhor ela é.

Conceitos-chave: critério de demarcação, conjecturas, refutações, racionalismo crítico, progresso do conhecimento científico.

Questões-básicas

Qual o critério de demarcação entre ciência e não-ciência?

Como progride o conhecimento científico?



Domínio epistemológico

Asserção de valor: a epistemologia de Popper é importante porque definiu um critério claro de demarcação entre ciência e não-ciência e provocou o aparecimento de outras filosofias da ciência ao longo do século XX.

Asserções de conhecimento:

- É a testabilidade e refutabilidade das teorias científicas que as distingue de outros enunciados.
- O progresso do conhecimento científico se dá através da racionalidade refletida no exame crítico de conjecturas (teorias) controladas por refutações.

Metodologia: análise racionalista crítica, realista e indeterminista, da produção do conhecimento até então considerado científico.

Registros: conhecimentos, em particular científicos, produzidos pelo ser humano longo do tempo em contextos históricos e sócio-culturais.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento científico.

Figura 1. Um diagrama V para a epistemologia de Karl Popper.

A. Thomas Kuhn

Falar da epistemologia de Thomas Kuhn (1922-1996) significa falar de conceitos como *ciência normal*, *revoluções científicas*, *paradigma*, *incomensurabilidade*, entre outros.

Ciência normal, para Kuhn, significa o período de pesquisa baseada em realizações que são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica como fornecedoras dos fundamentos para a sua prática investigadora.

Essas realizações, normalmente reunidas em livros ou manuais, definem os problemas, as crenças, os valores e os métodos legítimos de um dado campo de pesquisa que são partilhados por uma comunidade e constituem o que Kuhn conceitua como *paradigma*. Se um determinado grupo de cientistas compartilha o mesmo *paradigma* significa que todos os seus membros estão comprometidos com as mesmas regras e padrões no seu fazer científico.

Utilizando o exemplo específico da Óptica Física, Kuhn demonstra que a concepção de luz, antes entendida como onda passa, a partir do início do século XX, a ser entendida como sendo composta de fótons (dualidade onda/partícula), com o desenvolvimento da Mecânica Quântica e esta mudança é interpretada como uma revolução científica:

Essas transformações de paradigmas da Óptica Física são revoluções científicas e a transição sucessiva de um paradigma a outro, por meio de uma revolução, é o padrão usual do desenvolvimento da ciência amadurecida. (Kuhn, 1978, p. 32).

Com isso, ele sugere que a *ciência madura* se caracteriza pela adoção de um *paradigma*. A ausência de paradigma no desenvolvimento de uma determinada ciência torna-a muito mais uma atividade ao acaso do que uma ciência propriamente dita e hesita-se em chamar de científica a literatura resultante. Aí está o critério de demarcação de Kuhn, se quisermos fazer um paralelo com a filosofia da ciência de Popper.

Uma teoria pode transformar-se num paradigma desde que seus seguidores a considerem melhor do que suas competidoras, embora não precise explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada. São exemplos clássicos de paradigmas: a análise do movimento de Aristóteles, os cálculos das posições planetárias de Ptolomeu, o eletromagnetismo de Maxwell, a mecânica de Newton, etc..

Kuhn entende que a *ciência normal* caracteriza-se por longos períodos de pesquisa em que o objetivo central não é a busca de novos fatos ou novas teorias, mas, em vez disso, a pesquisa se volta para a articulação dos fenômenos e teorias fornecidos pelo paradigma. Essa articulação do paradigma tem três focos distintos:

- **investigação dos fatos significativos que revelam a natureza das coisas** – são desenvolvidos esforços no sentido de aumentar a extensão do conhecimento sobre eles, pela precisão, segurança e alcance dos métodos que visam à redeterminação de categorias de fatos já conhecidos;
- **investigação dos fenômenos associados às predições do paradigma** – esforços são desenvolvidos para demonstrar a concordância entre a teoria e a natureza através da criação de novos aparelhos, por exemplo, a máquina de Atwood para demonstrar a 2ª Lei de Newton, telescópios especiais para demonstrar a paralaxe estelar predita por Copérnico, etc.;

- **desenvolvimento de um gigantesco trabalho empírico para articular as proposições do paradigma, com a determinação das constantes físicas universais de forma precisa e de leis empíricas**, como por exemplo, a Lei Boyle¹.

Essas três classes de problemas esgotam, segundo Kuhn, a literatura da *ciência normal* já que seu objetivo, como foi mencionado, não é descobrir novidades, mas sim aumentar o alcance e a precisão do paradigma de uma maneira nova. *Isso requer a solução de todo tipo de complexos quebra-cabeças instrumentais, conceituais e matemáticos. O indivíduo que é bem sucedido nessa tarefa prova que é um perito na resolução de quebra-cabeças. O desafio apresentado pelo quebra-cabeça constitui uma parte importante da motivação do cientista para o trabalho.* (ibid., p. 59).

Mas existem também os *problemas extraordinários, anomalias* ou *pesquisa extraordinária*, que aparecem em ocasiões especiais gerados pelo avanço da ciência normal. Se anomalias sérias se acumulam elas podem levar o paradigma a uma *crise*. Quando a crise culmina com a formulação de teorias radicalmente novas forçando os cientistas a uma transição para um novo paradigma, então, ocorre o que Kuhn chama *revolução científica*.

Tudo começa com a consciência de anomalias severas e persistentes, ou seja, o reconhecimento de que a natureza violou as expectativas paradigmáticas que orientavam a ciência normal gerando a necessidade de mudança de paradigma.

Um caso particularmente importante de mudança de paradigma explorado por Kuhn é o surgimento da astronomia de Copérnico em substituição à astronomia de Ptolomeu. Ele salienta que, com respeito ao movimento dos planetas, as previsões de Ptolomeu eram tão boas quanto às de Copérnico, mas com o passar do tempo a necessidade de correção de pequenas discrepâncias levou a complexidade da astronomia ptolomáica a aumentar mais rapidamente do que sua precisão. A consciência dessas dificuldades levou os astrônomos a reconhecerem que o sistema de Ptolomeu estava em *crise* e culminou na adoção de um novo paradigma, o de Copérnico.

No dizer de Kuhn, a *crise* é quem desempenha um papel importante (é pré-condição necessária) para as *revoluções científicas*, pois quando não há crise a solução dos problemas anômalos é ignorada, mesmo porque a comunidade científica oferece resistências à emergência de novas teorias e acaba concebendo modificações *ad hoc* da sua teoria tentando preservá-la.

Outra condição necessária para que uma comunidade científica abandone uma teoria que ganhou *status* de paradigma é a existência de teorias alternativas para substituí-la.

No dizer de Kuhn:

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução de área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações (ibid, p. 116).

¹ A Lei de Boyle é uma lei que relaciona a pressão e o volume de um gás. Em situações em que a temperatura é constante essa lei pode ser expressa por $p_0 \cdot V_0 = p \cdot V = \text{constante}$, ou seja, o volume ocupado por uma quantidade fixa de um gás é inversamente proporcional à pressão. As experiências de Boyle, segundo Kuhn, tornaram-se concebíveis em um paradigma em que o ar passou a ser entendido como um fluido ao qual poderiam ser aplicados os conceitos da hidrostática.

O que Kuhn quer dizer com isso é que a emergência de novas teorias rompe com uma tradição de práticas científicas e introduz uma nova tradição, regida por regras diferentes e imersa num universo de discurso também diferente. Assim, segundo ele, o velho e o novo paradigma são *incomensuráveis*.

A *incomensurabilidade* de paradigmas pressupõe uma profunda mudança de concepções, um deslocamento da rede conceitual através da qual os cientistas vêem mundo, passando a vê-lo de outra forma. Ao abraçar um novo paradigma é como se o cientista usasse “lentes inversoras” e olhando para o mesmo conjunto de objetos ele os visse totalmente transformados.

Na verdade, o trabalho dos cientistas caracteriza-se por interpretar observações e dados, mas essas interpretações pressupõem a adesão a um paradigma. As operações e medições desenvolvidas em laboratório, o fato de serem selecionadas apenas aquelas manifestações que são mais relevantes para elucidar o fenômeno que está sendo investigado, tudo isso é determinado pelo paradigma.

Como o paradigma é um conjunto de conceitos e crenças, então fica evidente que, também para Kuhn, a observação não é fonte de conhecimento, não é neutra, nunca está livre de pressupostos mas, ao contrário, é precedida por eles. Nesse ponto Kuhn concorda com Popper e reforça a tese de que o indutivismo não se sustenta.

Estamos de acordo com essa tese, na ciência com muita ênfase, mas também na vida cotidiana, e basta para isso observarmos o desenvolvimento de uma criança para verificarmos que cada nova descoberta servirá de pressuposto para suas atitudes futuras diante de situações novas e, por óbvio, o adulto não é, em nenhuma situação da sua vida cotidiana, profissional ou intelectual, uma “*tabula rasa*”. Entretanto, acreditamos que é preciso aceitar que algum grau de indução é plausível e necessário para se fazer ciência e também para se viver no mundo.

Kuhn salienta o caráter progressista da ciência, pois entende que consideramos como científica qualquer área de estudos que apresente um progresso marcante, de forma que o novo paradigma deve ser mais abrangente, plausível e promissor que o antigo.

Segundo ele, há condições necessárias para a emergência de um novo paradigma, ou para uma revolução científica:

1. existir insatisfação com o paradigma vigente, resultante de muitas anomalias sérias;
2. a existência de um novo paradigma inteligível (que se entende), plausível (que parece resolver anomalias do velho paradigma) e frutífero (que gerará muitas pesquisas dentro de um novo período de ciência normal).

Contudo, tais condições são necessárias mas não suficientes. A mudança de paradigmas é mais uma questão de conversão do que de lógica. Há muitos fatores envolvidos em uma revolução científica kuhniana.

Acreditamos que, embora em alguns períodos da história do desenvolvimento científico tenham, de fato, ocorrido revoluções nos moldes kuhnianos, e esses momentos foram ampla e adequadamente explorados por Kuhn em seu livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, talvez seja equivocado afirmar que a ciência somente avança através de revoluções esporádicas e entendidas como uma mudança radical, capaz de gerar o abandono de um conjunto de crenças e métodos em favor de outro. Ainda que num segundo momento Kuhn tenha reformulado sua tese introduzindo a idéia das micro-revoluções e admitindo que

elas ocorrem mais comumente, acreditamos que não é um acontecimento esporádico e repentino, que rompe o diálogo entre os cientistas. Como afirma Toulmin (abordado mais adiante), a ciência desenvolve-se nas comunidades de cientistas que, a todo momento, criticam, avaliam, julgam as novas idéias num processo lento e evolutivo.

Para finalizar, apresentamos na Figura 2 um diagrama V para a epistemologia de Thomas Kuhn.

Cabe ainda registrar que o modelo kuhniano de mudança de paradigma foi tomado quase ao pé-da-letra para a mudança conceitual dos alunos na aprendizagem de ciências. As concepções alternativas dos alunos foram consideradas o velho paradigma e as concepções científicas o novo. Ao professor cabia causar insatisfação com as concepções prévias gerando conflito cognitivo que seria resolvido pela apresentação de concepções científicas inteligíveis, plausíveis e frutíferas. Uma enorme quantidade de pesquisas foram feitas baseadas nesse modelo proposto por Posner et al., em 1982. Os resultados foram desanimadores: os alunos não substituíram suas concepções alternativas pelas científicas assim tão facilmente, tão logicamente. Como dizia Kuhn, e como todo o professor experiente sabe, a mudança de paradigmas, ou a mudança de concepções, depende de muito mais fatores do que insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e frutificação. A mudança conceitual, assim como a mudança de paradigmas, é muito mais evolutiva do que substitutiva (Moreira e Greca, 2004).

Bibliografia

- Posner, G., Strike, K., and Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, vol. 66: 211-227.
- Moreira, M.A. y Greca, I.M. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Kuhn, T.S. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.
- Kuhn, T.S. (1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*. Barcelona, Paidós.

A epistemologia de Kuhn

Domínio conceitual

Filosofia: não há um padrão de racionalidade universal e não-histórico para demonstrar a superioridade de um paradigma em relação a outro; há incomensurabilidade entre paradigmas sucessivos.

Teorias: são compromissos paradigmáticos de nível superior.

Princípios:

- Paradigma não é o mesmo que conjunto de regras; as regras derivam dos paradigmas. O paradigma determina padrões de trabalho.
- A ciência normal deve ser amplamente não-crítica. A ciência normal é uma atividade de articulação do paradigma, de resolução de problemas.
- Condições necessárias mas não suficientes para a mudança de paradigmas: insatisfação (com o existente), inteligibilidade, plausibilidade e potencialidade (do novo paradigma).
- A nova ciência normal é incomensurável com aquela que a precedeu.

Conceitos-chave: paradigma, ciência normal, revolução científica, incomensurabilidade, anomalia, exemplares.

Questões-básicas

Qual o critério de demarcação entre ciência e não-ciência?

Como progride o conhecimento científico?



Domínio epistemológico

Asserção de valor: a contribuição de Kuhn para o debate epistemológico em ciências é a mais significativa do século XX.

Asserções de conhecimento:

- O que distingue entre ciência e não-ciência é a existência de um paradigma capaz de sustentar uma tradição de ciência normal.
 - O progresso do conhecimento científico pode ser representado por um esquema aberto do tipo *pré-ciência* → *ciência normal* (dentro de um paradigma) → *crise* → *revolução científica* (mudança descontínua de paradigma) → *nova ciência normal* → *nova crise* → *nova revolução* → ...

Metodologia: análise histórica, sociológica e psicológica da produção de conhecimentos científicos evidenciada nos registros.

Registros: conhecimentos científicos produzidos pelo ser humano ao longo do tempo em contextos sócio-culturais.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento científico

Figura 2. Um diagrama V para a epistemologia de Kuhn.

5. Imre Lakatos

Segundo Imre Lakatos (1922-1974) o avanço do conhecimento científico consiste na permanente substituição de *programas de pesquisa científica regressivos* por *programas de pesquisa progressivos* e, de forma subjacente, na constante substituição de hipóteses.

Os *programas de pesquisa científica* definem o conjunto de regras que indicam a rota a ser seguida pela investigação em uma determinada área do conhecimento e com isso garante a continuidade da pesquisa.

Embora Lakatos tenha sido discípulo de Popper, fez uma crítica ao falsacionismo dogmático de Popper (a idéia do avanço da ciência através de *conjecturas e refutações*) por entender que *a metodologia dos programas de pesquisa científica não oferece uma racionalidade instantânea* (Lakatos, 1993, p. 16), isto é, pode levar muito tempo (décadas até) para que um programa se torne progressivo ou regressivo. A crítica a uma teoria, segundo ele, não objetiva morte rápida através da refutação; o programa é estruturado de forma a evitar essa consequência. A ciência cresce através de hipóteses audazes e modificações que devem ser capazes de serem testadas, e algumas são eliminadas por refutações sólidas. Além disso, não há refutações sem a emergência de teorias melhores.

Em outras palavras, a ciência não avança através de conjecturas isoladas, mas através de *programas de pesquisa*.

Lakatos defende como lógica de pesquisa científica o que ele chama de *falsacionismo metodológico* de base evolutiva, em que sobrevivem as teorias mais aptas, aquelas que apresentam excesso de conteúdo corroborado em relação às teorias anteriores e que antecipam fatos novos. Pode-se dizer que isso define, para Lakatos, a demarcação entre teorias científicas e não-científicas.

Ele distingue as teorias passivas (originadas da observação, como no empirismo clássico) das teorias ativas (que pressupõem atividade mental). O conhecimento autêntico está associado às teorias ativas e na idéia de que *conforme cresce a ciência, diminui o poder da evidência empírica*. Nesse sentido concorda com a tese de Popper e Kuhn de que o conhecimento é construído e não descoberto.

Em desacordo com Popper, como já referido, Lakatos argumenta que a falsificação por si só não se sustenta, pois não há falsificação sem emergência de uma nova teoria e esta deve oferecer alguma informação nova quando comparada com sua antecessora, além do que, entende que não existem *testes cruciais* capazes de refutar de forma repentina e definitiva uma teoria. Não são apenas os dados empíricos os juízes que decidem pela aceitação ou refutação de teorias, mas em alguns casos, as decisões e acordos da comunidade científica. A esse critério mais liberal de demarcação, Lakatos chama de *falsacionismo metodológico*.

As teorias não são refutadas simplesmente porque se enfrentam com alguma inconsistência mas, ao contrário, o que os cientistas fazem é desenvolver um enorme esforço para salvá-las melhorando ou substituindo os seus aspectos problemáticos e preservando os não-problemáticos

Além disso, o que deve ser avaliado, segundo Lakatos, é uma *sucessão de teorias e não uma teoria dada*. As teorias formam *séries de teorias* que se agrupam em *programas de pesquisa científica* os quais se caracterizam por uma certa continuidade que relaciona seus membros. A ciência, como um todo, pode ser considerada um imenso programa de

investigação baseado em conjecturas que devem ter mais conteúdo empírico do que suas antecessoras.

Um programa de pesquisa consiste em regras metodológicas, algumas das quais nos dizem as rotas que devemos seguir na pesquisa científica – que constituem sua *heurística positiva* – e outras nos dizem quais caminhos devem ser evitados – ou seja, sua *heurística negativa*.

A *heurística negativa* está associada (protege) ao *núcleo firme* ou *núcleo duro* do programa de pesquisa, que se constitui de um conjunto de básico de hipóteses protegidas contra refutações pelo que se chama de *cinturão protetor*.

A *heurística positiva* está vinculada ao *cinturão protetor*: um conjunto de hipóteses auxiliares contra as quais colidem as refutações e as contrastações.

O *núcleo firme* é a característica que define o programa de pesquisa e não deve ser refutado pelos defensores do programa. Por exemplo, o núcleo firme da mecânica newtoniana se compõe das leis de Newton mais a atração gravitacional.

A heurística negativa do programa impede que apliquemos o ‘modus tollens’² a este ‘núcleo firme’. Pelo contrário, devemos utilizar nossa inteligência para incorporar e inclusive inventar hipóteses auxiliares que formem um cinturão protetor em torno do centro, e contra elas dirigir o ‘modus tollens’. O cinturão protetor de hipóteses auxiliares deve receber os impactos das contrastações e para defender o núcleo firme, será ajustado e reajustado e inclusive completamente substituído. Um programa de investigação tem êxito se ele conduz a uma mudança progressiva de problemática; fracassa se conduz a uma mudança regressiva (ibid., p. 66).

A heurística positiva estabelece um programa como uma sequência de modelos cada vez mais complicados que simulam a realidade e cuja ordem é preconcebida através de um plano decidido no gabinete do cientista teórico. Pode ser até que o núcleo firme venha a ser abandonado em algumas circunstâncias, mas essa não é a regra. Na verdade, a heurística positiva procura a verificação das teorias e não a refutação, mantendo a marcha do programa de investigação.

Nesse sentido é que Lakatos discorda de Popper, concebendo a ciência (ou os programas de pesquisa) não como uma alternância de conjeturas e refutações empíricas, mas entendendo que há uma diversificada pauta de avanços teóricos e freios empíricos nesse processo.

O *cinturão protetor* é caracterizado pela constante invenção de hipóteses auxiliares, as quais podem sofrer modificações, refutações, avanços e retrocessos, idas e vindas, e cujo objetivo é proteger o núcleo firme do programa de pesquisa.

Na visão de Lakatos as teorias não são simplesmente refutadas ao se depararem com inconsistências, mas, ao contrário, um enorme esforço é feito pelos cientistas para salvá-las, melhorando ou substituindo os seus aspectos problemáticos e preservando os não problemáticos, ou seja, nem o falsacionismo ingênuo (de Popper) nem a brusca revolução científica (de Kuhn) se sustentam totalmente.

Aliás, Lakatos contraria a visão de Kuhn (1978) no sentido de que entende que a competição de programas de pesquisas é a regra, contrariamente à idéia de que a ciência madura é caracterizada pela adesão a um único paradigma.

² *Modus tollens* significa modo/tentativa de refutação.

Essa competição entre os programas de pesquisa fomenta o avanço da ciência. Um programa pode se tornar regressivo quando não consegue mais produzir fatos novos e não dá conta de explicar suas próprias refutações, ou então, as explicações ocorrem através de hipóteses *ad hoc*. Há uma diferença fundamental entre hipóteses *ad hoc* e hipóteses auxiliares, que não deve gerar confusões. As hipóteses auxiliares integram o cinturão protetor e são refutáveis (testáveis) enquanto as hipóteses *ad hoc* o não são.

Um programa de pesquisa é progressivo quando produz fatos novos, faz novas previsões e algumas dessas previsões são corroboradas.

Para Lakatos, a reiterada substituição de *programas de pesquisa regressivos* por *programas de pesquisa progressivos* caracteriza o avanço do conhecimento científico. Entretanto, o abandono de um programa pode não ser definitivo. Ele pode ser retomado mais tarde, às vezes décadas depois, à medida que o avanço tecnológico oferece a possibilidade de novos e engenhosos testes empíricos capazes de superar os problemas antes enfrentados pelas hipóteses auxiliares.

Como já referido, embora Lakatos atribua a Popper enorme influência em suas idéias acabou rejeitando a essência da teoria de Popper, a sequência de conjecturas e refutações, em nome da metodologia dos programas de pesquisa e da competição de programas rivais.

Na Figura 3 um diagrama V procura esquematizar a estrutura da epistemologia de Lakatos. Observe-se que nesta figura há inferências sobre o que teria ele feito para chegar a respostas sobre o progresso científico e sobre o critério de demarcação entre ciência e não-ciência.

Bibliografia

- Kuhn, T. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.
- Lakatos, I. (1993). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, Alianza.
- Lakatos, I. (1994). *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Madrid, Alianza.

A epistemologia de Lakatos

Domínio conceitual

Filosofia: falsacionismo metodológico; não-justificacionismo

Teorias: integram programas de pesquisa; as mais aptas sobrevivem; são séries de teorias, não apenas teorias entre as quais há uma certa continuidade.

Princípios:

- A unidade típica dos grandes logros científicos não é uma conjectura isolada, mas um programa de pesquisa.
- A decisão sobre refutação ou aceitação provisória de teorias não pode estar baseada somente em dados empíricos.
- A base empírica refutacional não é infalível, mas deve ser confiável, rigorosa.
- Programa de pesquisa não é apenas uma série de teorias, mas também a continuidade entre elas e as heurísticas negativa e positiva.
- O núcleo firme é irrefutável por decisão metodológica.
- O cinturão protetor é refutável.
- Há um pluralismo de programas que competem entre si e podem estar em fase progressiva ou regressiva.

Conceitos-chave: programa de pesquisa, núcleo firme, cinturão protetor, heurística negativa, heurística positiva, poder heurístico, falsacionismo metodológico.

Questões-básicas

Qual o critério de demarcação entre ciência e não-ciência?

Como progride o conhecimento científico?



Domínio epistemológico

Asserção de valor: a epistemologia de Lakatos apresenta um critério de demarcação mais flexível, mais liberal, mais sofisticado que o falsacionismo popperiano, preservando o racionalismo.

Asserções de conhecimento:

- O que separa a ciência madura da ciência imatura e da não-ciência é a metodologia dos programas de pesquisa.
- O que deve ser avaliado como científico ou não-científico é uma sucessão de teorias, não uma dada teoria.
- O conhecimento científico progride através da permanente rivalidade técnica e empírica entre programas de pesquisa que lentamente vão superando uns aos outros.

Metodologia: análise racionalista crítica sofisticada, não justificacionista, da produção do conhecimento científico exemplificado nos registros.

Registros: conhecimentos científicos produzidos pelo ser humano ao longo do tempo em contextos sócio-culturais; as epistemologias de Popper e Kuhn.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento científico.

Figura 3. Um diagrama V para a epistemologia de Imre Lakatos.

6. Larry Laudan

De todas as epistemologias vistas até aqui a de Larry Laudan (1945) tem o enfoque mais pragmatista. Entende Laudan que o conhecimento científico tem sido um empreendimento racional, porém associado a alguns traços persistentes, que são assim resumidos: a) não acumulativo; b) não se refutam teorias simplesmente por suas anomalias; c) teorias não são aceitas apenas porque apresentam confirmação empírica; d) mudanças e controvérsias são resolvidas conceitualmente, muito mais que empiricamente; e) os princípios da racionalidade vão mudando com o tempo; f) a regra é a coexistência de teorias rivais, tal que a evolução das teorias é uma atividade comparativa.

Para Laudan o objetivo da ciência é produzir teorias eficazes na *resolução de problemas* ou, um *modelo científico por resolução de problemas*.

Como não dispomos de meios para julgar se uma teoria é mais próxima da verdade que outra, não podemos dizer que a ciência tem sido progressiva nestes termos, mas podemos dizer que ela se encaminha para produzir teorias bem comprovadas, que têm aplicação prática e que conseguem predizer fatos novos.

Propugna Laudan que há dois tipos de problemas: os *problemas empíricos* e os *problemas conceituais*. A eliminação de *problemas conceituais* constitui um progresso e, portanto, é possível que ocorra substituição de teorias com confirmação empírica por outras menos confirmadas, contanto que estas últimas resolvam dificuldades conceituais relevantes.

Se uma teoria nova pode fazer tudo o que sua predecessora faz e algo mais, então a teoria nova é evidentemente superior (Laudan, 1977, p. 16).

Laudan propõe que o progresso científico ocorre através de *tradições de investigação*:

Uma tradição de investigação é um conjunto de supostos gerais acerca das entidades e processos de um âmbito de estudo, e acerca dos métodos apropriados que devem ser utilizados para investigar os problemas e construir teorias deste domínio (ibid, p. 116).

Analogamente às teorias, em que são consideradas mais adequadas aquelas que *resolvem mais problemas*, uma tradição de investigação é mais adequada do que outra se o conjunto de teorias, que num dado momento a caracterizam, é mais adequado que as teorias que compõem a tradição de investigação rival. A ciência está em busca de teorias das quais se espera grande fertilidade, ou seja, interessa a taxa de progresso das teorias e da tradição de investigação.

Para Laudan, a coexistência de tradições de investigação rivais e de teorias rivais é a regra, em oposição a Kuhn para quem a existência de um único paradigma caracteriza a ciência normal, em cuja fronteira está a revolução científica. Laudan não está preocupado com a distinção entre ciência e não-ciência; todas as teorias, tanto as científicas quanto as de outro tipo, estão igualmente *sujeitas a compromissos empíricos e conceituais* (op. cit., p. 21). A única diferença é que no que chamamos de ciências, elas são, geralmente mais progressivas. Chama atenção a que todas as tentativas de buscar critérios de demarcação entre ciência e não-ciência têm sido um rotundo fracasso.

Os *problemas* são, para Laudan, o ponto central do pensamento científico e as *teorias* são o resultado final (problemas = perguntas da ciência e teorias = respostas). Uma teoria é boa se proporciona soluções satisfatórias a problemas importantes; o mérito de uma teoria está

associado a sua capacidade de solução de problemas relevantes e não se ela é “corroborada” ou “bem confirmada”.

Problemas empíricos

Problema Empírico é qualquer coisa do mundo natural que nos surpreenda como estranha e que necessite de uma explicação (como e por que os corpos caem? é um exemplo). São aqueles de primeira ordem, cujas soluções pressupõem estudos dos objetos de um determinado estado de coisas real, ou pelo menos, pensado como estado de coisas real. Por exemplo, a existência de serpentes marinhas, relatadas pelos contos dos marinheiros da Idade Média, era um contrafato, mas se tratava de um problema empírico para a época.

Fatos e suas explicações e problemas empíricos e suas soluções são distinguidos por Laudan. Fatos são fatos mesmo que não os conheçamos enquanto um problema somente é um problema quando se torna conhecido. Problemas considerados relevantes para uma época podem deixar de ser para outra época, por questões puramente racionais.

Laudan alerta que todas as leituras que fazemos do mundo natural passam pelas lentes de quem as lê, ou seja, pelos conceitos e pressupostos que dispomos previamente à observação. Assim, não há problema empírico livre de teorias, o que, aliás, parece ser, claramente, um ponto comum de todas as epistemologias contemporâneas.

Os problemas empíricos podem ser: *potenciais* ou *não resolvidos* quando nenhuma teoria os resolveu adequadamente; *resolvidos* quando já solucionados satisfatoriamente por alguma teoria; *anômalos* são aqueles problemas resolvidos por teorias alternativas.

Nessa óptica, pode-se dizer que o **progresso científico implica transformar problemas não resolvidos ou anômalos em problemas resolvidos.**

Um problema é entendido como resolvido se os cientistas crêem que entendem porque a situação exposta por ele é como é, à luz de uma teoria, extraindo-se dela um enunciado, ainda que aproximado. Assim, fica clara a diferença entre explicar um fato e resolver um problema. Os fatos muito raramente são explicados porque sempre há discrepâncias entre os resultados teóricos e os dados de laboratório. Porém, os problemas empíricos frequentemente são resolvidos, pois para isso basta que os dados teóricos e de laboratório sejam aproximados.

Anomalias

Ao contrário de outros filósofos da ciência que consideravam a busca de resoluções de anomalias a razão em si da ciência, Laudan concorda que as anomalias são importantes, porém entende que o surgimento de uma anomalia suscita dúvidas a respeito da teoria que a está mostrando, mas que não é motivo suficiente para abandoná-la. Mesmo porque, todos os teste empíricos envolvem não uma, mas uma rede de teorias e apontar qual delas é falsa é arbitrário. Além disso, abandonar uma teoria porque os dados empíricos não coincidem com os teóricos significa supor que os dados são infalíveis enquanto na verdade, se sabe, são aproximados.

Quase todas as teorias têm instâncias anômalas e nem por isso foram abandonadas. Laudan admite que há anomalias muito agudas que resultam no abandono da teoria, mas discorda de Kuhn, por exemplo, que entende que a acumulação de muitas anomalias induz ao abandono do paradigma, ao que Laudan contrapõe perguntando: quantas anomalias são

necessárias? Ou seja, é arbitrário dizer que são necessárias “n” ou “n+1” anomalias. Além disso, há casos em que uma única anomalia refuta uma teoria.

Problemas conceituais

Problemas conceituais são perguntas de ordem superior acerca da estrutura e consistência conceitual das teorias, sendo que estas (as teorias) foram criadas para responder perguntas de primeira ordem (perguntas empíricas).

Laudan entende que a história da ciência mostra que muitos dos grandes debates entre os cientistas defensores de teorias rivais têm ocorrido no campo conceitual mais do que no campo empírico. Muitas teorias importantes se tornaram mais claras e precisas através de esclarecimentos e especificações que tiveram origem em críticas no campo conceitual. Este é um dos meios importantes que a ciência utiliza para crescer.

Os problemas conceituais podem ser de ordem interna ou externa. Problemas conceituais internos estão associados a ambiguidades ou circularidades no seio da teoria, que normalmente exigem um melhor esclarecimento da teoria. Os problemas conceituais externos são de três tipos: i) tensões ou conflitos entre teorias rivais; ii) inaceitabilidade conjunta de teorias, ou seja, duas teorias explicando de diferentes formas o mesmo fenômeno, acaba tornando uma delas mais plausível; iii) quando surge uma teoria (T) que reforça outra (T’), se a teoria T não implica T’ por completo ocorre um problema conceitual.

As evidências históricas mostram que as teorias têm forte relação com a metodologia vigente e nesse sentido constituem problemas conceituais internos. A solução desses problemas gera modificações nas teorias ou nas metodologias, e isto funciona como força propulsora para o avanço da ciência.

Toda tradição de investigação está associada a uma série de teorias, muitas das quais serão rivais, mutuamente inconsistentes, já que algumas tentam melhorar e corrigir suas antecessoras. A tradição de investigação não oferece soluções ou respostas detalhadas a problemas específicos mas tão somente oferece as ferramentas necessárias para resolver problemas tanto empíricos como conceituais. Nesta medida sua evolução está ligada ao processo de resolução de problemas (evolui quando conduz à solução de um número crescente de problemas empíricos e conceituais). São exemplos de tradições de investigação rivais: a tradição ondulatória e a corpuscular para a luz.

Em desacordo com Lakatos e Kuhn, que sustentam que os programas de pesquisa (ou paradigmas) possuem um núcleo rígido, Laudan afirma que tanto as teorias que constituem uma tradição de investigação quanto alguns dos seus elementos nucleares mais básicos vão mudando com o tempo, sem que isso implique uma nova *tradição de investigação*. Com frequência, os cientistas descobrem que é possível introduzir pequenas modificações nos *supostos medulares* da tradição de investigação para resolver anomalias e problemas conceituais sem resultar no abandono da tradição de investigação.

Entendemos que uma contribuição importante de Laudan é a ciência como uma atividade de resolução de problemas e sua tese a respeito da coexistência de teorias (ou paradigmas) rivais. Os seguidores de dada teoria ou paradigma se esforçam para resolver um número cada vez maior de problemas empíricos ou conceituais e quem ganha com isso é a ciência, que dessa forma cresce.

Como síntese, apresentamos na Figura 4 um diagrama V para a epistemologia de Laudan.

Bibliografía

Laudan, L. (1977). *El progreso y sus problemas*. Madrid, Encuentro Ediciones.

Laudan, L. (1990). *La ciencia y el relativismo*. Madrid, Alianza.

A epistemologia de Laudan

Domínio conceitual

Filosofia: subjacentes às teorias há visões mais fundamentais sobre o mundo, sistemas de crenças, que constituem tradições de pesquisa.

Teorias: são tentativas de resolver problemas empíricos específicos acerca do mundo natural, de resolver a ambiguidade, de mostrar que o que ocorre é de certo modo inteligível e previsível.

Princípios:

- Teorias não são refutadas simplesmente porque apresentam anomalias.
- Teorias não são aceitas apenas porque apresentam confirmação empírica.
- A coexistência de teorias rivais é a regra, não a exceção.
- A troca de teorias é não-cumulativa; teorias anteriores não estão contidas nas posteriores.
- As melhores teorias são as que resolvem mais problemas empíricos relevantes.

Conceitos-chave: problema empírico, problema conceitual, tradição de pesquisa, teoria, problema anômalo (anomalia), problema potencial, problema resolvido.

Questões-básicas

Qual o objetivo da ciência?

Como progride o conhecimento científico?



Domínio epistemológico

Asserção de valor: a epistemologia de Laudan é mais objetiva, mais pragmática, com significados mais fáceis de captar.

Asserções de conhecimento:

- O objetivo da ciência é o de obter teorias eficazes na resolução de problemas.
- O conhecimento científico progride através de teorias para resolver problemas empíricos (perguntas sobre o mundo físico) ou conceituais (perguntas características das próprias teorias).
- A ciência progride somente se teorias sucessivas resolvem mais problemas que suas predecessoras.

Metodologia: análise histórica e filosófica da produção do conhecimento científico e análise crítica das epistemologias de Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend.

Registros: conhecimentos científicos produzidos pelo ser humano, ao longo do tempo, em contextos sócio-culturais; visões epistemológicas de outros filósofos da ciência.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento científico.

Figura 4. Um diagrama V para a epistemologia de Larry Laudan.

7. Gaston Bachelard

A doutrina de Gaston Bachelard (1884-1962) está centrada na “Filosofia do Não”. O conhecimento científico é um permanente questionar, um permanente “não” (mas não no sentido de negação e sim no de conciliação); *cada nova experiência diz não à experiência antiga* e assim avança o pensamento científico. Nessa linha, o erro assume um papel importante, pois aprendemos com ele.

Bachelard coloca no centro das discussões o conceito de *obstáculo epistemológico* e mostra que ele impede o avanço do espírito científico. Ou seja, tanto o conhecimento comum, usual, quanto o conhecimento científico, tanto o empirismo quanto o racionalismo, se tomados num extremo, funcionam como obstáculos epistemológicos. O espírito científico deve ser dialético.

Ao propor o problema do conhecimento em termos de *obstáculos epistemológicos*, Bachelard não está se referindo a obstáculos externos (como a complexidade dos fenômenos, a debilidade dos nossos sentidos e do espírito humano) mas entende que no ato, em si, de conhecer aparecem entorpecimentos, confusões, por necessidade funcional. É isso que o leva a evidenciar que sempre se conhece contra um conhecimento anterior, dizendo não a conhecimentos mal adquiridos.

Do ponto de vista filosófico, a polarização para o empirismo (de um lado) ou para o racionalismo (do outro) acaba por enfraquecer a própria filosofia da ciência e se transforma em um obstáculo epistemológico. Alerta Bachelard que é importante e indispensável que ocorra uma alternância entre **o empirismo e o racionalismo, pois estas duas doutrinas estão ligadas, se complementam** sem que se precise falar em derrota de uma ou outra.

Para ele, a ciência física contemporânea apresenta uma supremacia do racionalismo matemático. A ciência física contemporânea é uma imensa construção racional.

Em definitivo, a ciência instrui a razão. A razão deve obedecer à ciência, a ciência mais evoluída, a ciência que evolui... Em qualquer circunstância, o imediato deve ceder espaço ao construído (Bachelard, 1988, p.142).

Para Bachelard, o racionalismo deve ser aplicado à realidade, ser dialético, que se aplica, se modifica, procura no real aquilo que contradiz (diz não) os conhecimentos anteriores.

Na base da idéia dos *obstáculos epistemológicos* está a concepção de ciência como algo em construção, como uma progressividade que evidencia o rompimento entre o conhecimento sensível (usual, comum) e o conhecimento científico.

Bachelard destaca alguns obstáculos à formação do espírito científico. Entre eles aparece a *experiência primeira* como um primeiro obstáculo, que nos faz colocar a experiência acima da crítica. Um segundo obstáculo, igualmente perigoso, é a tendência às generalizações, que nos leva a generalidades inadequadas, sem vínculos com as funções matemáticas essenciais do fenômeno.

A idéia de *obstáculo epistemológico* leva ao conceito de *noção obstáculo*. O conceito de *corpúsculo* como um corpo pequeno, noção já superada na Física Moderna, é um exemplo clássico; o coisismo, o substancialismo (explicação das propriedades pela substância) são outros exemplos, ou seja, “tudo o que é fácil de ensinar é inexato”.

Para Bachelard a filosofia do *espírito científico* deve ser aberta, dispersa. Na verdade, cada experiência, cada hipótese, reclama sua filosofia pormenorizada. A *filosofia do não* desempenha um papel conciliador.

Pensar corretamente o real é aproveitar as suas ambiguidades para modificar e alertar o pensamento. Dialelizar o pensamento aumenta a garantia de criar cientificamente fenômenos completos, de regenerar todas as variáveis degeneradas ou suprimidas que a ciência, como o pensamento ingênuo, havia desprezado no seu primeiro estado (ibid., p. 48).

Ele afirma que, dentre todos os progressos alcançados pela humanidade o mais bem sucedido é o progresso científico.

Referindo-se ao emprego do conceito de *massa* como uma quantidade de matéria, assevera que é fácil de ser compreendido, mas está associado à *forma primitiva* desse conceito. Exemplifica dizendo que é fácil para um psicólogo ensinar o conceito de “carga de afetividade” associando-o ao de massa. Contudo, a analogia com a massa, nesse caso, funciona como *obstáculo pedagógico*, pois limita o espírito científico. Com isso Bachelard nos ensina que na educação científica os obstáculos epistemológicos e as noções obstáculo podem transformar-se em obstáculos pedagógicos e os professores precisam tomar consciência disso nas suas práticas didáticas.

Bachelard faz uso da evolução do conceito de “massa” para mostrar que o progresso filosófico de um conhecimento científico é um movimento que atravessa várias doutrinas na seguinte ordem dada: realismo ingênuo, positivismo, racionalismo, racionalismo completo e racionalismo dialético (sistema filosófico). Embora reconheça que a maior parte do conhecimento científico ainda permanece nos estágios de evolução filosoficamente primitivos, é fácil de ver que o sentido do avanço é similar para todos os conceitos. Talvez uma frase possa resumir este sentido: *quando se avança no conhecimento científico, aumenta o papel das teorias*.

Fazemos aqui um breve resumo dos níveis de evolução que o conceito de massa atravessa, na óptica de Bachelard, i.e., segundo sua noção pessoal:

1º nível – é o conceito animista de massa (conceitua o grande) – *realismo ingênuo*;

2º nível – massa como quantidade de matéria (caracteriza um objeto), conceito ligado à experiência simples da utilização da balança – *empirismo*;

3º nível – ($m=F/a$) correlaciona massa, força e aceleração implicando um afastamento em relação ao realismo, ou seja, o conceito de massa se torna abstrato – *racionalismo*;

4º nível – na relatividade nem mesmo a massa de repouso define as características de um objeto, pois, não existe repouso absoluto – massa absoluta não tem significado na relatividade – noção deixa de ser simples para ser complexa – *racionalismo completo*;

5º nível – é o racionalismo dialético de Dirac - a propagação do «parêntesis» num espaço de configuração leva à massa dialética: massa positiva (já concebida) e massa negativa (sem raiz na realidade comum). Esta questão polêmica não pode ser interpretada por nenhuma das filosofias anteriores, só pode ser concebida num racionalismo aberto – *racionalismo dialético*.

Com a identificação da evolução do conceito de massa é possível entender o conceito *perfil epistemológico*.

Bachelard esclarece que o *perfil epistemológico* sempre se refere a um dado conceito, e tem o mérito de confrontar com a cultura pessoal a importância relativa das cinco (05) filosofias enumeradas anteriormente, medindo a frequência de utilização de cada uma na evolução daquele conceito.

Poderíamos relacionar as duas noções de obstáculo epistemológico e de perfil epistemológico porque um perfil epistemológico guarda a marca dos obstáculos que a cultura teve que superar (ibid, p. 48).

Bachelard conclui que a sequência apresentada para a noção de massa, ou seja, uma evolução que transita do realismo ingênuo → empirismo → racionalismo clássico → racionalismo completo → ao racionalismo dialético é real, mostra a realidade epistemológica, ou seja, o pensamento científico se funda num *pluralismo epistemológico* e encontra na dialética a sua coesão.

O que fica claro em Bachelard é que o avanço do pensamento científico ocorre na direção da maior complexidade racional. Essa idéia aparece melhor quando entendemos o significado de *perfil epistemológico*, pois um conceito se torna mais abrangente e representa um progresso se evolui, transitando pelas cinco filosofias anteriormente enumeradas, a partir do realismo/empirismo em direção a um racionalismo dialético (abstrato).

Assim, fica claro que é preciso avançar em nosso *perfil epistemológico* na direção de uma construção racional cada vez mais aberta, mediante a identificação e crítica aos *obstáculos epistemológicos*. Em outras palavras, é preciso dizer "não" ao conhecimento anterior; reconstruir incessantemente nosso conhecimento; gerar rupturas na organização do nosso próprio pensamento; aprender com nossos erros³. Dessa forma avança a ciência.

Portanto, Bachelard reforça as idéias de Popper e Kuhn, com relação ao papel secundário da observação e da experiência primeira na produção do conhecimento científico. O caminho que garante o avanço do conhecimento humano não passa pela indução, mas é uma construção da mente do ser humano e tende a se tornar cada vez mais racional e abstrata.

A diferença é que Bachelard defende uma relação dialética entre o racionalismo e o realismo. Essas doutrinas, intercaladas pelo convencionalismo, formalismo, racionalismo aplicado, positivismo, empirismo (doutrinas que caracterizam o *espectro epistemológico*, ou seja, um ordenamento dos tipos de doutrinas filosóficas) estão conectadas, se complementam, e o verdadeiro espírito científico deve transitar livremente entre elas.

Para concluir, a Figura 5 apresenta um diagrama V para a epistemologia de Bachelard.

Bibliografia

Bachelard, G. (1988). *A filosofia do não*. Lisboa, Editorial Presença.

Lopes, A.R.C. (1996). Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3): 248-273.

³ A filosofia bachelardiana é também uma *filosofia da desilusão* (Lopes, 1996), ou seja, o que sabemos é fruto da desilusão com o que julgávamos saber. O conhecimento científico é, então, sempre a reforma de uma ilusão.

A epistemologia de Bachelard

Domínio conceitual

Filosofia: racionalismo aplicado, materialismo técnico; a filosofia da ciência é aberta, dispersa, distribuída, pluralista, capaz de lidar com elementos, tão diversos, da experiência e da teoria.

Teorias: só elas são prospectivas; seu papel aumenta quando se avança no pensamento científico; novas teorias tendem a transcender às precedentes.

Princípios:

- todo pensamento científico é um processo de objetivação;
- ser científico é não privilegiar nem o pensamento nem a realidade;
- a realidade nunca é simples; não existem realidades simples e claras, apenas complexidades;
- na educação científica os obstáculos epistemológicos e as noções-obstáculo se constituem em obstáculos pedagógicos;
- *a filosofia do não* não é uma atitude de recusa, mas sim de reconciliação.
- o conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão

Conceitos-chave: obstáculo epistemológico, noção obstáculo, perfil epistemológico, espectro epistemológico, filosofia do não, espírito científico, filosofia da desilusão, obstáculo pedagógico.

Objeto de estudo: a formação do espírito científico; a produção do conhecimento científico.

Questões-básicas

Como se forma o espírito científico?

Como progride o conhecimento científico?



Domínio epistemológico

Asserção de valor: a epistemologia de Bachelard têm muitas implicações para a educação científica.

Asserções de conhecimento:

- O espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra a intuição natural; deve formar-se reformando-se, através da filosofia do não.
- O conhecimento científico progride indo contra, sem negar, o conhecimento anterior; é uma perspectiva não evolucionista: o que liga desenvolvimentos científicos posteriores e anteriores é a descontinuidade, a filosofia da desilusão.

Metodologia: análise filosófica dialética, entre racionalismo e realismo/empirismo, da produção do conhecimento científico e da formação do espírito científico.

Registros: a experiência docente; os conhecimentos científicos produzidos pelo ser humano ao longo do tempo em contextos sócio-culturais; conceitualizações pessoais.

Figura 5. Um diagrama V para a epistemologia de Gaston Bachelard.

8. Stephen Toulmin

Em uma das abordagens mais complexas vistas até aqui, afirma Stephen Toulmin (1922) que *o ser humano conhece e também é consciente de que conhece*, em consequência disso a *compreensão humana* tem sido dual com o passar do tempo: tem se tornado mais vasta, tem crescido e tem se tornado mais reflexiva, mais profunda.

Toulmin propõe construir uma nova teoria da *compreensão humana*, uma nova explicação das capacidades, processos e atividades através dos quais o ser humano compreende a natureza, envolvendo todas as disciplinas que se ocupam da percepção e do processo de conhecer; e que leve em conta os processos sócio-históricos em que se desenvolveram nossos *conceitos* e a *mudança conceitual*.

Ainda hoje, afirma, sofremos as influências de questões descendentes de Descartes e Locke, do século XVII, num contexto intelectual superado que entendia a natureza como governada por leis fixas e imutáveis; via a matéria como algo inerte; estava preso à tradição bíblica onde o mundo era estável desde a Criação, ao invés de um contínuo fluir através de milhões de anos como o aceitamos hoje.

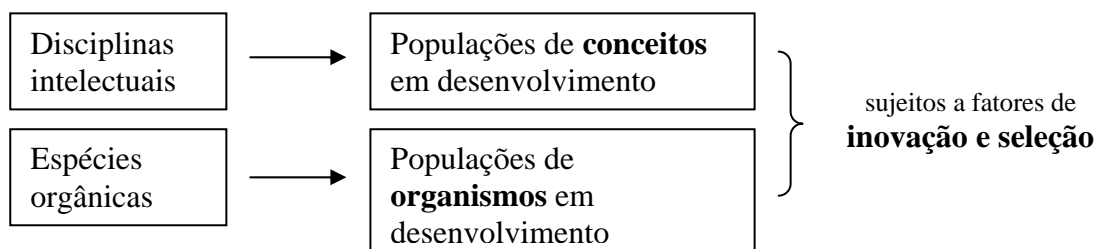
Para que uma teoria do conhecimento acompanhe a ciência não pode estar baseada em princípios fixos e imutáveis, mas sim na interação entre o ser humano atual, seus conceitos e o mundo em que vive. Isso representa forjar problemas da nossa própria época, dentro das nossas crenças e nossas ideias sobre a natureza. .

Um dos pontos chave das ideias de Toulmin é a questão dos *conceitos* e da *mudança conceitual*.

O desenvolvimento dos *conceitos coletivos* é examinado sob dois aspectos: a *inovação* (fatores que levam a tradição intelectual a avançar) e a *seleção* (fatores que levam a tradição intelectual a aceitar tais inovações). Podemos compreender o desenvolvimento dos novos conceitos se levarmos em conta o papel que desempenham os *processos racionais* (intelectuais e sócio-históricos).

Toulmin distingue a “logicidade” dos sistemas proposicionais (válidos na matemática pura) da “racionalidade” das *mudanças conceituais* nas ciências. Racionalidade, no sentido de Toulmin, nada tem a ver com sistematicidade lógica, mas sim com a maneira como os cientistas realizam a mudança conceitual.

Ele utiliza as idéias de Darwin sobre a *evolução das espécies* vivas para, fazendo uma comparação, explicar a evolução e o desenvolvimento conceitual (variação, perpetuação seletiva, êxito, etc.). As novidades intelectuais constantemente aparecem e são comparadas às variações das espécies, pois, nem todas, mas apenas algumas são transmitidas às gerações seguintes por um processo seletivo.



Essa explicação evolutiva dos *conceitos* caracteriza, de um lado, a continuidade e coerência de *disciplinas* separadas e identificadas por diferentes atividades intelectuais dos seres humanos e, de outro, um estado de profundas mudanças a longo prazo pelas quais as *disciplinas* se transformam ou são superadas.

As atividades científicas dos seres humanos dividem-se em *disciplinas* que são *empresas racionais* que reúnem em torno de si grupos de cientistas, profissionais unidos pelo objeto de estudo, pelos métodos e objetivos que as caracterizam e pelos ideais e ambições explicativas. Esses *empreendimentos racionais* (as disciplinas) estão em desenvolvimento histórico, dedicam-se a melhorar nossas explicações dos fenômenos e estão obrigados a sua própria transformação, à autocrítica.

Os cientistas e as disciplinas passam, portanto, por um processo gradual e permanente que transforma seus modos teóricos e conceitos. A contínua emergência de inovações intelectuais é equilibrada por um processo de *seleção crítica*.

Toulmin, desta forma, também rechaça o indutivismo, pois afirma que os conceitos evoluem à medida que evoluem as ambições explicativas e deixa claro que há uma relação essencial entre os ideais intelectuais e os procedimentos explicativos ou entre os conceitos e os problemas teóricos numa disciplina.

A evolução conceitual é entendida como uma atividade humana historicamente em desenvolvimento e que apresenta duas faces: uma disciplinária e outra profissional. As vidas e as atividades intelectuais dos seres humanos se dividem em diferentes *disciplinas* e *profissões*.

Aquilo que identifica uma *disciplina* não são os seres humanos que nela trabalham ao longo do tempo, nem suas ideias, equações e/ou os principais conceitos, que podem mudar de uma geração para outra, mas sim os *problemas* com que gerações sucessivas se enfrentam e concentram seu trabalho. Os problemas surgem quando nossas ideias sobre o mundo estão em conflito com a natureza (com a experiência) ou entre si, ou seja, quando nossas ideias ficam atrás de nossos ideais explicativos.

O conjunto dos conceitos representativos de uma ciência transmite-se através das gerações pelo processo de *enculturação*. Técnicas, procedimentos e habilidades intelectuais são aprendidos.

Em uma contribuição importante para o ensino de ciências, afirma Toulmin que não basta aprender de forma mecânica para se compreender uma ciência, mas é preciso associar às palavras e equações as suas aplicações empíricas e, mais ainda, olhar para tudo o que se faz de forma crítica, com o objetivo de melhorar e modificar a herança intelectual. Assim avança a ciência.

Toulmin também diferencia, como Laudan (1977), os problemas empíricos dos conceituais. Exemplo de problemas conceituais: quando os cientistas desejam explicações mais precisas de um fenômeno devem refinar os procedimentos originais ou elaborar novos conceitos e teorias. Cita, além dos problemas conceituais internos, os externos que são os conflitos entre teorias e/ou procedimentos.

O enfrentamento desses problemas gera *mudanças conceituais* que podem ser compreendidas em termos da *solução de problemas*. Nesse processo, novidades conceituais podem ser propostas e acabam gerando mudanças conceituais radicais ou, os conceitos são mantidos intactos e ocorre um refinamento da teoria.

Toulmin afirma que o cientista natural exhibe sua racionalidade quando se mostra disposto a abandonar um sistema universal de pensamento e a revisar seus conceitos e teorias à medida que se aprofunda progressivamente na experiência do mundo. Uma inovação conceitual é uma tarefa sutil e imaginativa que deve ser aceita coletivamente antes de se tornar uma possibilidade; a comunidade julga como pode ela contribuir na solução de um problema ou conjunto de problemas.

A existência de *foros profissionais* de discussão é, portanto, condição para o desenvolvimento sério e metódico dos ideais de uma disciplina. É preciso que ela esteja organizada profissionalmente.

Alerta, entretanto, que os fatores intelectuais e sociais funcionam, muitas vezes, como *filtros*. As questões científicas se relacionam com as pessoas, cujos conceitos, teorias e ideais explicativos estão em permanente discussão. Na ciência, embora aparente uma imagem pública impecável, “o poder segue sendo o poder” e a “instituição segue sendo a instituição”, ou seja, as pessoas e as instituições exercem poder e influência tão reais quanto na política ou na vida cotidiana.

Em resumo, a ciência é vista como um empreendimento racional em termos de *populações de conceitos*, associados a teorias mais ou menos estruturadas – as *disciplinas*; de outro lado, há a *população de cientistas*, vinculados a instituições mais ou menos formalizadas – as *profissões*.

Toulmin assevera que se fizermos um paralelo entre *disciplinas* e *profissões científicas* verificaremos que na ciência, assim como em qualquer esfera da vida humana, alguns indivíduos são mais iguais, adquirem maior influência e falam em nome da disciplina, e novas idéias somente se tornarão possibilidades se houver adesão dos membros influentes. Caso contrário estarão condenadas à desaparecer.

O enfoque principal de Toulmin está nos *conceitos* (átomos do conhecimento) e na *mudança conceitual*. Nesta óptica, a racionalidade está associada aos procedimentos necessários para que ocorra a mudança conceitual e esses procedimentos envolvem questões intelectuais, sociais, econômicas e culturais da comunidade em cada época e lugar. Os conceitos exercem autoridade intelectual sobre os pensadores individuais à semelhança da autoridade que as regras, costumes morais, leis e instituições coletivas exercem sobre os indivíduos.

As inovações conceituais do físico individual (por exemplo) são julgadas em relação às ideias comuns que compartilha com o restante dos seus colegas; e pensa criadoramente quando dá a sua contribuição para a melhoria desta «física» coletiva. (Toulmin, 1977, p. 50).

Os conceitos compartilhados são os instrumentos do nosso pensamento; o indivíduo herda os conceitos no contexto social e ao mesmo tempo se torna individualmente seu usuário, ou seja, relativamente aos conceitos há duas dimensões: a individual e a coletiva. Na dimensão coletiva, Toulmin entende que adquirimos a linguagem e os pensamentos conceituais no curso da nossa educação e *enculturação*, que acabam sendo o reflexo do pensamento e da compreensão da sociedade onde cada pessoa está inserida.

No dizer de Toulmin, *os conceitos que emprega um indivíduo, os padrões de juízo racional que reconhece, como organiza sua vida e interpreta sua experiência, todas essas coisas dependem, ao que parece, não das características de uma ‘natureza humana’ universal ou da evidência intuitiva de suas idéias básicas somente, senão também do momento em que nasceu e o lugar em que viveu (ibid.).* É um erro identificar a racionalidade

com a logicidade. A racionalidade está associada às condições e maneiras em que o sujeito se dispõe a criticar e modificar as doutrinas intelectuais ou teorias que adota com o passar do tempo. Não há nenhuma lógica no descobrimento de novos conceitos. Toda atividade intelectual é um empreendimento onde a racionalidade reside nos procedimentos que governam seu desenvolvimento e sua evolução histórica.

Toulmin assevera que devemos abandonar o pressuposto de que a compreensão humana opera necessária e universalmente de acordo com princípios fixos.

Esta postura inverte o ponto de prova. Antes a mudança conceitual era o fenômeno que devia ser explicado dentro de um cenário de imutabilidade intelectual; agora o fluxo intelectual é esperado e tudo o que é contínuo, estável ou universal se converte no fenômeno que exige explicação. A regra é a variabilidade conceitual.

A Figura 8 apresenta um diagrama V para a epistemologia de Toulmin.

Bibliografia

Laudan, L. (1977). *El progreso y sus problemas*. Madrid, Encuentro Ediciones.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Madrid, Alianza Editorial.

Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona, Ediciones Península.

A epistemologia de Toulmin



Figura 8. Um diagrama V para a epistemologia de Toulmin.

9. Paul Feyerabend

Paul Feyerabend (1924-1994) entende que a ciência é uma empresa essencialmente *anárquica* no sentido de que *não há uma só regra, embora plausível e bem fundada na epistemologia, que deixe de ser violada em algum momento*. E essas violações são necessárias para o progresso. Os grandes saltos que se pôde verificar na história da Física só aconteceram porque alguém decidiu transgredir regras metodológicas.

Entende Feyerabend *anarquismo epistemológico* como oposição a um princípio único, absoluto, fechado para opções, contrário a tradições rígidas que pretendem padrões universais de validade. Diferente, portanto, do anarquismo político como uma oposição às instituições, às ideologias, ao governo.

Para Feyerabend, o único princípio para que se desenvolva o conhecimento é: *tudo vale*.

Assim como a atividade lúdica é necessária para a compreensão nas crianças, ele supõe que esse mecanismo também continue agindo nos adultos. A criação de uma coisa e a compreensão de uma idéia correta dessa coisa é um processo não orientado por um programa bem definido, mas sim uma operação desarrazoada, insensata, sem método.

Defende que a *contra-indução* é razoável e sempre uma possibilidade de êxito por dois motivos:

1 - para ampliar ao máximo o conteúdo empírico, o cientista precisa introduzir novas concepções, diferentes alternativas, comparar ideias novas e antigas. Observa, contudo, que, em geral, o cientista tenta aperfeiçoar as ideias que vão sendo vencidas ao invés de afastá-las;

2 - não existe nenhuma teoria que esteja em harmonia com todos os fatos conhecidos no seu campo de domínio, isso favorece a discrepância entre as hipóteses e as observações.

A ciência não conhece *fatos nus* pois, quando o cientista toma conhecimento de um fato ele o faz com o olhar permeado pelos seus próprios pressupostos que, para Feyerabend, são abstratos e discutíveis (tais pressupostos) e dão forma à maneira pessoal de cada um de ver o mundo. Além disso, o meio material pode deturpar, por exemplo, o objeto observado; os nossos sentidos podem nos enganar; construímos teorias a partir de princípios não conhecidos ou, se conhecidos, de difícil verificação.

Assim, entende que o homem não pode conhecer o mundo a partir de dentro dele próprio, precisa da crítica externa, de pressupostos alternativos, *precisamos de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real*.

Argumenta em prol da *contra-regra* que é o processo que leva o indivíduo a introduzir hipóteses incompatíveis com as teorias bem aceitas e critica o que ele denomina de *condição de coerência*, que exige que hipóteses novas se ajustem às teorias já assentadas, não porque as antigas sejam melhor fundamentadas na observação ou porque sejam mais elegantes, mas apenas por serem mais antigas e familiares.

A *condição de coerência*, segundo Feyerabend, impede discussões alternativas, embora empiricamente cabíveis, e força o cientista a se apegar a uma única teoria sob o argumento de que fatos incompatíveis, sim, precisam ser examinados e podem levar a progresso, mas hipóteses alternativas não levam ao mesmo progresso. A esse pressuposto Feyerabend chama de *princípio da autonomia*.

Embora esse princípio talvez nunca tenha sido formulado, acredita ele, está claramente presente em todas as investigações e testes, na medida em que normalmente uma única teoria é confrontada com os fatos. Contesta esse ponto de vista e entende que a relevância e o caráter refutador de experimentos críticos só podem ser verificados com o auxílio de teorias alternativas às aquelas que estão sendo testadas.

Referindo-se à Teoria Quântica:

Com base em nossas considerações, também se torna evidente que o êxito aparente não pode ser visto como sinal de verdade e de correspondência com a natureza. Muito ao contrário, surge a suspeita de que a ausência de dificuldades maiores se deve a uma redução do conteúdo empírico, provocada pela simples eliminação de alternativas e dos fatos passíveis de se serem descobertos com o auxílio de tais alternativas (Feyerabend, 1989, p. 55).

Como consequência, Feyerabend suspeita que teorias assim concebidas se transformam em rígidas ideologias, cujo êxito é artificial porque não especificam fatos que se constituam em testes ou porque alguns desses fatos são afastados. Em suma, a *condição de coerência* leva a uma uniformidade de opinião que destrói o poder de imaginação e dá forças a um *conformismo sombrio*.

O cientista precisa adotar *métodos pluralistas*, comparar suas teorias com outras, adotar alternativas ao invés de afastá-las, alimentar o processo da competição.

O pluralismo das teorias e das doutrinas metafísicas não é apenas importante para a metodologia; também é parte essencial da concepção humanitária. Educadores e progressistas têm sempre tentado desenvolver a individualidade de seus discípulos, para assegurar que frutifiquem os talentos e convicções particulares e, por vezes, únicos que uma criança possui. ...Os argumentos em prol da pluralidade evidenciam que ... é possível conservar o que mereceria o nome de liberdade de criação artística e usá-la amplamente não apenas como trilha de fuga, mas como elemento necessário para descobrir e, talvez, alterar os traços do mundo que nos rodeia (op. cit., p. 71).

Salienta que há pelo menos dois níveis de discordâncias entre teorias e fatos: a numérica e a qualitativa. O valor numérico que se obtém frequentemente discorda do valor previsto pela teoria mesmo considerada a margem de erro. As falhas da teoria geral da relatividade diante dos cálculos do movimento de Mercúrio, o modelo atômico de Bohr introduzido apesar da evidência em contrário, são exemplos de teorias importantes que se conservam mesmo diante de discrepâncias numéricas entre teoria e observação.

No nível qualitativo cita vários exemplos de inconsistências: na Eletrodinâmica, na Relatividade, na Física Moderna. Entretanto, conservam-se as teorias e esquecem-se as suas insuficiências porque, assevera ele, trabalhamos com *aproximações ad hoc*, que escondem ou eliminam as dificuldades qualitativas e criam a falsa impressão de que a ciência é perfeita.

Essa tendência de somente admitir teorias que decorrem dos fatos conhecidos e aceitos deixa-nos sem teoria alguma, pois não há teoria sem dificuldades. Ou seja, precisamos abandonar tal exigência e revisar a metodologia *admitindo, agora, a contra-indução a par de admitir as hipóteses não fundadas*.

Os perturbadores e os intelectuais sem profundidade avançam, enquanto os pensadores 'sérios' descem às regiões mais sombrias do status quo, ou para dizê-lo de outra maneira, ficam presos à lama (ibid., p.99).

Feyerabend explora o exemplo do movimento da pedra no argumento da torre⁴, utilizado por Galileu, para mostrar que os sentidos puros não proporcionam compreensão verdadeira da natureza. Para chegarmos a essa compreensão é preciso ‘os sentidos acompanhados da razão’. Se assim não fosse a teoria de Copérnico (a Terra se move) estaria refutada. Com isso, chama atenção a que os ingredientes ideológicos das nossas observações e do conhecimento são descobertos contra-indutivamente.

Ele acredita que Galileu desenvolveu uma idéia clara de movimento permanente, sem ímpeto, à medida que foi aceitando a concepção de Copérnico, e o fez para tornar o movimento de queda livre compatível com a rotação da Terra e assim escapar das dificuldades do argumento da torre. Dessa forma agiu contra-indutivamente, transgrediu regras metodológicas.

Galileu movido pelo desejo de provocar a aceitação do ponto de vista de Copérnico introduziu conceitos e princípios novos, entre eles a inércia e o princípio da relatividade dos movimentos, e com isso realizou progresso para a ciência.

Salienta ainda que há diferença perceptível entre as *regras* (como concebidas pela filosofia da ciência tradicional) e os procedimentos efetivamente utilizados pelos cientistas na pesquisa. A aplicação do “método científico” (positivista) impediria que a ciência existisse, tal como a conhecemos. Se ela existe, significa que estes métodos foram postos de lado em nome de *formas de agir provocadas por condições psicológicas, sócio-econômico-políticas e outras de caráter ‘externo’* (ibid., p. 260).

Feyerabend entende que só é possível alcançar o progresso da ciência se a diferença entre o *ser* e o *dever ser* não for encarada como linha divisória fundamental, assim como a distinção entre observação e teoria, pois, a experiência sem a teoria é tão incompreensível quanto teoria sem a experiência.

Esse é um traço dogmático na ciência que deve ser superado e nesse sentido Feyerabend critica as idéias de Popper. Entende que o racionalismo crítico surgiu como uma generalização das soluções propostas para problemas epistemológicos e metodológicos, que esta posição diminui a fortaleza do ser humano, que não é possível se ter ao mesmo tempo uma ciência tal como a conhecemos convivendo com as regras do racionalismo crítico (falseamento, aumento de conteúdo, eliminação de hipóteses *ad hoc*, etc). Faz-se necessária uma nova visão das ciências: entendendo-as mais anárquicas, mais subjetivas, onde os “desvios” e os “erros” às regras metodológicas sejam pré-condições de progresso.

Resumindo, sugere que a regra é a *contra-regra*: i) introduzir hipóteses conflitantes com teorias bem confirmadas ou corroboradas; ii) introduzir hipóteses que não se ajustem aos fatos estabelecidos. *Dada a ciência, a razão não pode ser universal e a sem-razão não pode ver-se excluída* (ibid., p. 279). Concluindo, apresenta-se na figura 9 a epistemologia de Feyerabend em um diagrama V.

⁴ O argumento da torre opõe-se à idéia do movimento da Terra. (...) se a Terra efetuasse rotação diária uma torre de cujo topo fosse lançada uma pedra, sendo carregada pelo giro da Terra, se deslocaria centenas de metros para leste durante o tempo que a pedra consumiria para cair... Galileu escapou do argumento da torre introduzindo novas interpretações naturais, ou seja, repondo os sentidos na posição de instrumentos de observação mas com respeito à “realidade do movimento relativo” (o movimento real da pedra é ao mesmo tempo retilíneo e circular).

Bibliografia

Feyerabend, P. (1989). *Contra o método*. Rio de Janeiro, Francisco Alves.

Feyerabend, P. (1996). *Matando o tempo. Uma autobiografia*. São Paulo, Editora da UNESP.

A epistemologia de Feyerabend

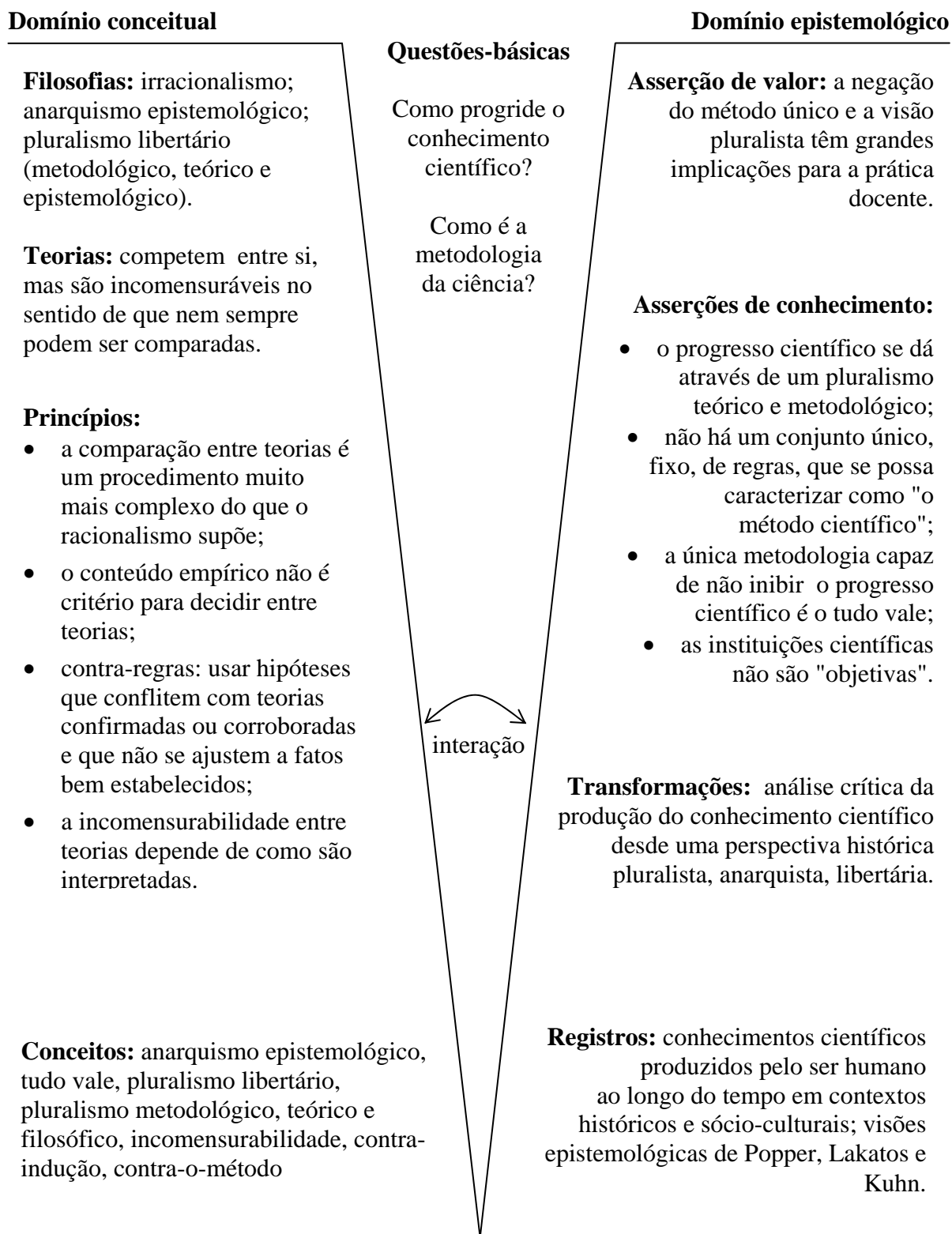


Figura 9. Um diagrama V para a epistemologia de Paul Feyerabend.

10. Humberto Maturana

O objetivo principal de Humberto Maturana (1928) é explicar o *fenômeno do conhecer* através de uma abordagem de cunho biológico tomando o *observador* (o conhecedor) e a experiência do observador, sua *objetividade*, como ponto de partida.

O ser humano (o observador) é um ser vivo. Os seres vivos são sistemas *determinados estruturalmente* que interagem com o meio e entre si.

As interações com o meio caracterizam-se pela *conservação de organização*, isto é, não são interações destrutivas mas apenas *perturbações* que se processam. Nisso consiste a distinção entre a vida e a morte: a morte é a ausência de organização (desintegração), enquanto a vida pressupõe interações que são perturbações em correspondência com o meio, de tal forma que vai ocorrendo *adaptação*. Essa é a essência da sua *teoria da autopoiese*.

Nessa interação, tanto o organismo quanto o meio vão mudando juntos; vai ocorrendo uma história de mudança estrutural do organismo e uma história de mudança estrutural do meio, e são histórias congruentes, que produzem um curso onde, momento a momento, um desencadeia mudanças no outro. Ex.: quando usamos sapatos novos ocorre que o pé cria calos e o sapato se deforma com o tempo; como resultado pode-se dizer que o domínio de congruência estrutural entre o pé e o sapato se ampliou.

Esse tipo de mudança estrutural recorrente ocorre também nas interações entre organismos. O social, por exemplo, surge no âmbito do viver, surge na convivência de indivíduos (pessoas) que se realizam como tal, vivendo nele.

Mas, para que ocorra essa história de interações recorrentes é preciso que haja uma disposição, um aceite do outro na convivência, em outras palavras, está presente a emoção.

Segundo Maturana, tem sido uma história de variabilidades a história evolutiva do ser humano. Mas há algo que se conserva e que distingue esse ser dos outros animais: são as interações recorrentes, a convivência, o compartilhar. E isso não é cultural é biológico.

Nessa história onde há espaço para interações recorrentes, para o consenso, para o compartilhar, o toque sensual, a colaboração, a vida em grupos surge a *linguagem*.

É na conversação, na linguagem que surgem os objetos porque a sua existência é trazida à mão pelo observador. Não é o externo que determina a experiência. O sistema nervoso funciona com correlações internas, ou seja, o mundo que percebemos emerge de dentro, a experiência nos acontece e em seguida procuramos explicar o que fazemos tomando por base a convivência. E a convivência tem por trás de si a emoção (o amor), que torna possível o fenômeno da interação recorrente.

O *conhecimento é adquirido na convivência*. É preciso através da convivência ser capaz de fazer certas coisas que os outros consideram satisfatórias e as acabam incorporando.

O conhecimento é uma apreciação de um observador sobre a conduta do outro, que pode ser ele mesmo. No momento em que se vê isto dessa forma, por um lado, descobre-se que o conhecimento é sempre adquirido na convivência. Descobre-se que se aprende a ser de uma ou outra forma na convivência com outros seres humanos. Por outro lado, descobre-se que o conhecimento tem a ver com as ações. (Maturana, 2001, p. 123).

Maturana propõe que existem dois caminhos explicativos distintos: a *objetividade sem parênteses* que pressupõe que existe uma realidade independente do observador, que adota reflexões e métodos universais, válidos para todos os humanos em qualquer lugar sem levar em conta a emoção. Como essa realidade é única, vale a noção de universo e universalidade.

No entanto, ele entende que não é assim que o indivíduo conhece.

O outro caminho é o da *objetividade entre parênteses*, que leva em conta a emoção e o domínio de ação de cada pessoa, ou seja, toma a experiência do sujeito enquanto ser humano como foco a partir do qual a ciência se faz no prazer de explicar as coisas. *Esse explicar é uma reformulação da experiência com elementos da própria experiência do observador*. Abre-se assim a possibilidade de entender a ciência como conectada ao cotidiano. Podemos ter tantos domínios de realidade, tantos universos, quantos domínios de coerência operacional possamos originar na nossa experiência, daí a idéia de multiverso. A epistemologia de Maturana segue por essa linha.

Domínios explicativos são domínios de realidade, por exemplo, a história da Física, o futebol, a Biologia, etc. Todos são definidos por um conjunto de coerências operacionais – cada um é um universo.

Para Maturana uma explicação somente é científica se obedece ao *Critério de Validação das Explicações Científicas*, satisfazendo simultaneamente: 1- *o fenômeno*: não é o fenômeno em si, mas é aquilo que o observador deve fazer para experienciar o que se quer explicar (expresso como uma receita: faz assim, mede dessa forma, etc.); 2- *a hipótese explicativa*: a reformulação da experiência sob a forma de um *mecanismo gerativo* que quando posto a funcionar na experiência do observador gera o que se quer explicar (o fenômeno). É sempre uma proposição *ad hoc* que está relacionada com as descobertas prévias do observador; 3- *a dedução* a partir da operação de tal mecanismo gerativo e das coerências operacionais no âmbito da experiência do observador e das operações que deve realizar no seu domínio de experiências para ter a experiência; 4 - *a realização da experiência* (na experiência do observador) pela realização das operações deduzidas na condição anterior

Tal critério de validação das explicações científicas não exige a suposição de uma realidade independente do observador, ou seja, não precisamos da objetividade sem parênteses para fazer ciência.

Esse critério constitui um domínio social, na medida em que as explicações científicas são válidas enquanto for aceito o critério e dentro da comunidade científica que o aceita.

Como domínio cognitivo, a ciência é um domínio de ações, uma rede de conversações que envolve afirmações e explicações validadas numa comunidade que aceita o critério de validação das explicações científicas sob a paixão de explicar.

Há sempre uma emoção por trás do domínio no qual acontece uma ação. No caso da ciência a emoção fundamental é a curiosidade sob a forma de *paixão de explicar*.

O que define a ciência, para Maturana, é o critério de validação que os cientistas usam e sob o qual decidem se uma explicação é válida ou não. Além disso, as explicações surgem dentro de um domínio de experiências que é expansível, isto é, sempre é possível fazer novas perguntas e gerar novas explicações de forma incessante. Portanto, o crescimento da ciência é contínuo.

Como devem satisfazer a um mecanismo gerativo, as explicações científicas são mecanicistas. Porém, o critério de validação das explicações científicas é constituído em

termos de coerências operacionais do cientista e não envolve suposições sobre uma realidade objetiva independente.

Como cientista, o ser humano está sob a paixão do explicar e se torna mais cuidadoso para não confundir domínios experienciais comprometendo-se a usar apenas o *critério de validação das explicações científicas* no seu explicar. Entende que compreender uma dada experiência é um operar ciente das circunstâncias que a geram e também que tudo o que ocorre numa explicação científica ocorre no domínio de experiência do observador. Assim as teorias científicas surgem como livres criações da sua operação enquanto cientistas.

Entende Maturana que é enganosa a crença de que a ciência deve revelar propriedades de uma realidade independente do observador e que as teorias científicas devem envolver quantificações e predições.

Ele discorda de Popper, Lakatos, Kuhn e outros, pois entende que as noções de falseabilidade, verificabilidade ou confirmação não se aplicam ao domínio da ciência já que as explicações científicas não se referem a uma realidade independente do observador, mas se referem à experiência do indivíduo enquanto ser humano. Portanto, a validade do que se faz em ciência se sustenta na consensualidade operacional na qual ela surge como coexistência humana.

Pelas mesmas razões não se sustenta a afirmação frequente de que o conhecimento científico é válido porque suas explicações e afirmações são continuamente confrontadas com a realidade objetiva independente e que é a universalidade e a objetividade que garantem aos argumentos racionais a sua força e às afirmações científicas seu caráter convincente.

A ciência não é diferente de qualquer outro domínio cognitivo, sua peculiaridade surge da sua forma de constituição pela aplicação do *critério de validação das explicações científicas*, que descreve o que os cientistas fazem na prática da investigação científica. O cientista não pode gerar afirmações e explicações que não estejam constitutivamente nas coerências operacionais da sua práxis de viver. Nesse domínio, qualquer experiência é um objeto de reflexão.

Na Figura 10, apresenta-se a título de conclusão, um diagrama V para a epistemologia de Maturana.

Bibliografia

Maturana, H.R. (2001). *Ciência, cognição e vida cotidiana*. Belo Horizonte, Editora da UFMG.

Maturana, H.R. e Varela, F. (2001). *A árvore do conhecimento. As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo, Palas Athena.

A epistemologia de Maturana

Domínio conceitual

Filosofias: determinismo estrutural; não é o externo que determina a experiência, são correlações internas na máquina autopoietica que é o ser vivo.

Teorias: são sistemas explicativos, o que as torna científicas é o fato de satisfazerem o critério de validação das explicações científicas; seu objetivo é explicar, não resguardar princípios ou valores.

Princípios:

- o explicar é sempre uma reformulação da experiência que se explica;
- a explicação se dá na linguagem;
- há tantos explicares quantos modos de aceitar reformulações da experiência;
- há diferentes realidades, todas legítimas;
- na experiência, a ilusão é indistinguível da percepção;
- há duas objetividades, sem parênteses e entre parênteses.

Conceitos-chave: observador no observar, ilusão e percepção, autopoiese, máquina autopoietica, objetividade entre parênteses, objetividade sem parênteses, emoções, domínios cognitivos.

Questões-básicas

O que é ciência? O que a distingue de outros domínios explicativos?

Como progride o conhecimento científico?

↔
interação

Domínio metodológico

Asserção de valor: é uma epistemologia diferente, pois procura explicar o conhecer explicando o conhecedor e tomando-o como ponto de partida.

Asserções de conhecimento:

- ciência é um domínio explicativo, válido para todos aqueles que aceitam o critério de validação das explicações científicas: 1) ter o fenômeno a explicar, 2) ter a hipótese explicativa, 3) satisfazer a dedução de outras experiências e 4) a realização dessas experiências por um observador padrão;
- a noção de progresso não se aplica à ciência como domínio cognitivo; a noção de progresso tem a ver com o que o ser humano considera melhor ou deseja.

Transformações: análise crítica da produção do conhecimento científico desde uma perspectiva biológica, centrada no ser humano, na experiência do observador, na experiência na linguagem.

Registros: conhecimentos científicos produzidos pelo ser humano, ao longo do tempo, em contextos sócio-culturais; o conhecimento cotidiano; as ciências biológicas; o ser vivo.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento humano, cotidiano e científico.

Figura 10. Um diagrama V para a epistemologia de Maturana.

11. Mario Bunge

Físico teórico argentino, Mario Bunge (1919), atualmente professor de Filosofia da Ciência na Universidade de Mc’Gill, em Montreal, no Canadá, afirma *que a Física tem constituído o paradigma da ciência e o principal provedor de materiais para a elaboração filosófica* (Bunge, 2000, p. 9). Mas, os físicos passaram a adotar uma filosofia que ele denomina *operacionalismo* (um símbolo físico ou equação tem significado se diz respeito a alguma operação possível), que é um credo ortodoxo.

Para Bunge, o *operacionalismo* caracteriza-se por alguns dogmas que são uma versão extrema do empirismo: a observação é fonte de conhecimento; hipóteses e teorias são sínteses indutivas; as teorias não são criadas, mas descobertas; o objetivo das teorias é sistematizar a experiência humana; teorias que contêm conceitos que não vêm da observação (ex: o conceito de campo), são pontes matemáticas; e outros mais. Bunge critica-os, um a um, porque entende que constituem uma falsa filosofia da Física e afirma que *na realidade, nenhum físico iria muito longe se fosse agir em obediência a eles, pois nem refletem a efetiva pesquisa nem a promovem* (op. cit., p. 13).

Em outras palavras, ele quer nos ensinar que a filosofia *empirista-indutivista* ainda presente na Física, e na ciência em geral, precisa ser substituída por uma visão filosófica mais contemporânea, que ajuda o cientista a ser mais crítico e criativo.

O ser humano, segundo Bunge, tenta entender o mundo através da sua inteligência imperfeita, mas aperfeiçoável. Nesse processo, constrói a ciência, um crescente corpo de ideias que se estruturam em um conhecimento racional, exato, verificável e conseqüentemente falível.

Ciência formal e ciência fática (factual)

Bunge entende que nem toda a investigação científica está em busca de conhecimento objetivo e nesse sentido divide a ciência em *formal* (ideal) e *fática* (material).

Ciência Formal: incluem-se nesta categoria a Lógica e a Matemática, pois embora produtoras de conhecimento racional, sistêmico e verificável os seus objetos de estudo não fornecem informações sobre a realidade. Tratam de entes abstratos, que só existem na mente humana.

No mundo real encontramos 3 livros, no mundo da ficção construímos 3 discos voadores. Porém, quem já viu um 3, um simples 3? (Bunge, 1960, p. 10).

Ciência Fática: baseia-se na formulação de hipóteses a respeito de fatos e/ou objetos materiais. Os enunciados fáticos devem ser verificáveis direta ou indiretamente; o conhecimento não é apenas convencional, mas passa pela reconstrução conceitual (ou modelagem) dos fatos através da experiência.

Os traços principais da ciência da natureza são a *racionalidade* e a *objetividade*. Entende-se por *racionalidade* tudo o que é constituído por conceitos, juízos, raciocínios, imagens, modelos, etc.. Então, o ponto de partida são as ideias, tal que elas possam se combinar de acordo com um conjunto de regras lógicas para produzir novas ideias, ou seja, inferência dedutiva. Essas ideias não são um “amontoado caótico” mas se organizam em sistemas de ideias – a ciência é, portanto, sistêmica. Por *objetividade* entende que o conhecimento científico concorda aproximadamente com o objeto de estudo; que as ideias se adaptam em alguma medida aos fatos (observação e experimentação).

Esses traços das ciências fáticas, segundo Bunge (op. cit., pp. 16-36), fornecem um conjunto de características assim, por ele, enumeradas: 1) *o conhecimento científico é fático* (parte dos fatos através da curiosidade e sempre retorna a eles); 2) *o conhecimento científico transcende os fatos* (vai além das aparências); 3) *a ciência é analítica* (a análise não é um objetivo, mas sim uma ferramenta); 4) *a investigação científica é especializada* (a especialização é uma consequência da analiticidade); 5) *conhecimento científico é claro e preciso* (a ciência torna preciso o que o senso comum conhece de maneira nebulosa); 6) *o conhecimento científico é comunicável* (não é privado, mas sim público, a comunicabilidade é possível graças a sua precisão); 7) *o conhecimento científico é verificável* (o teste das hipóteses fáticas é empírico); 8) *a pesquisa científica é metódica* (toda a pesquisa é planejada no sentido de que o cientista sabe o que busca e como encontrá-lo); 9) *o conhecimento científico é sistêmico* (as teorias formam sistemas de idéias conectadas logicamente entre si); 10) *o conhecimento científico é geral* (o cientista ocupa-se de fatos singulares na medida em que estes são membros de uma classe geral ou casos de uma lei); 11) *o conhecimento científico é legal* (busca leis/regularidades); 12) *a ciência é explicativa* (tenta explicar a natureza em termos de leis e as leis em termos de princípios); 13) *o conhecimento científico é preditivo* (a predição funda-se em leis e informações específicas fidedignas); 14) *a ciência é aberta* (as noções a respeito da natureza não são finais, estão em permanente movimento, são falíveis); 15) *a ciência é útil* (porque é eficaz na promoção de ferramentas para o bem ou para o mal).

Requisitos para o conhecimento científico

O que caracteriza o conhecimento científico é sua verificabilidade... (ibid., p. 41).

Verificabilidade no sentido de Bunge tem a ver com o modo, meio ou método através do qual se *apresentam problemas científicos* e se *colocam à prova as soluções propostas*. Não se trata de obter a verdade. A verdade é aceita sempre provisoriamente porque os dados empíricos não são infalíveis. Para que algo mereça ser chamado de científico, devemos ser capazes de descrever objetivamente os procedimentos utilizados para obter os dados que nos levaram a um enunciado, de maneira que possam ser reproduzidos por quem quer que se disponha a aplicá-los.

O método científico

Bunge propõe a seguinte reflexão: existe uma técnica infalível para inventar e verificar hipóteses científicas, ou seja, existe um “método científico”? A resposta é que *semelhante arte jamais foi inventada* e poder-se-ia dizer que jamais o será, a menos que se modifique radicalmente a definição de ciência. Não há regras infalíveis que garantam o descobrimento de novos fatos e a invenção de novas teorias.

O “método científico”, se assim quisermos chamar, apenas indica o caminho, fornece uma luz, possui algumas regras, que não são de ouro senão plásticas, segundo Bunge. A indução, a analogia, a dedução de suposições extracientíficas são exemplos das múltiplas maneiras de se inventar hipóteses, sendo que o único invariante é o requisito da *verificabilidade*.

Em resumo, a *arte de formular perguntas e comprovar respostas* – o “método científico” - cujas regras não são simples, nem infalíveis e nem bem conhecidas – é qualquer coisa menos um conjunto de receitas.

Modelos Científicos

Para apreender a realidade o ser humano começa com idealizações e simplificações que permitem construir o que Bunge define como *objeto-modelo* ou *modelo conceitual* da coisa, fato ou fenômeno. O *modelo conceitual* pode nos dar uma imagem simbólica do real. Depois se atribui a ele certas propriedades, em geral não sensíveis, buscando inseri-lo em uma teoria capaz de descrevê-lo teórica e matematicamente. Esta é a etapa do *modelo teórico*, ou seja, a complexidade vai aumentando. Somente a prova da experiência pode dizer se o modelo é verdadeiro ou falso. Mas o próprio fracasso pode sugerir novas ideias das modificações que devem ser introduzidas para tornar o modelo mais realista.

Entende que o *modelo* envolvido em cada teoria, genérica ou específica, não precisa ser pictórico e não deve ser confundido com analogias ou metáforas aliás, as metáforas devem ser evitadas, pois ... *nem diagramas, nem análogos materiais podem representar o objeto de uma maneira tão precisa e completa como o faz um conjunto de enunciados* (Bunge, 1974, p. 27).

Em resumo, a visão epistemológica de Bunge é profundamente racionalista. Entende ser possível axiomatizar qualquer campo do conhecimento, mas um novo tipo de axiomatização em que, particularmente na Física, toda fórmula deve ser acompanhada de uma assunção semântica capaz de esclarecer o significado físico dos conceitos fundamentais envolvidos. Todavia, considera que a característica fundamental das ciências naturais (ou fáticas) é a *verificabilidade* e nesse sentido assume uma postura realista. Porém, a verificabilidade das hipóteses científicas não garante que elas sejam definitivas.

Assim, Bunge assume que a *modelização*, um processo criativo do ser humano que encerra um aspecto idealizado de um pedaço da realidade, é uma forma eficaz de apreender a realidade. Pietrocola (1999) sugere que, para Bunge, *a atividade de modelização seria o verdadeiro motor da atividade científica, por canalizar as duas instâncias do humano: a teorização generalizante dos domínios abstratos e o empírico específico e concreto da experiência sensitiva.*

Com relação às implicações para o ensino de Física, e de ciências em geral, Bunge sugere que o uso cuidadoso dos modelos instrumentaliza o aluno a representar a realidade, favorece a compreensão do mundo e exercita sua capacidade criativa e reflexiva.

A epistemologia de Bunge está diagramada na Figura 11.

Bibliografia

- Bunge, M. (1960). *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires, Ediciones Siglo Veinte.
- Bunge, M. (1974). *Teoria e realidade*. São Paulo, Perspectiva.
- Bunge, M. (1985). *Epistemología*. Barcelona, Editorial Ariel.
- Bunge, M. (2000). *Física e filosofia*. São Paulo, Perspectiva.
- Pietrocola, M. (1999). Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o Ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 4, n. 3.

A epistemologia de Mario Bunge

Domínio conceitual

Filosofia: racionalismo

Teorias: são conjuntos de hipóteses verificáveis logicamente relacionadas.

Princípios:

- A ciência divide-se em ciência formal e ciência fática.
- A ciência formal trata de objetos abstratos (demonstra ou prova).
- A ciência fática trata de entes materiais (apenas verifica hipóteses provisórias).

Conceitos: ciência formal, ciência fática, modelo conceitual, modelo teórico, modelagem, verificabilidade.

Questões-básicas

Como se constrói o conhecimento científico?

Existe o método científico?

↔
interação

Domínio epistemológico

Asserção de valor: a grande contribuição de Bunge é a idéia da modelização, válida na construção e na aprendizagem da ciência.

Asserções de conhecimento:

- O conhecimento começa com a idealização e simplificação da realidade, através da construção de modelos.
- O “método científico” como um conjunto de receitas infalíveis para inventar hipóteses e teorias não existe;
- Trata-se da arte de: a) propor problemas científicos; b) colocar à prova as hipóteses científicas propostas.

Transformações: categoriza e caracteriza as ciências. Descreve os modelos científicos.

Registros: análise do conhecimento produzido na Física e seu avanço histórico.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento humano, cotidiano e científico.

Figura 11. Um diagrama V para a epistemologia de Mario Bunge.

12. Ernst Mayr

Biólogo evolucionista, Ernst Mayr (1904-2005), dedicou sua vida para dar uma nova roupagem à teoria de evolução de Charles Darwin (1809-1882). Dispensou grande esforço, em algumas de suas obras, para analisar as teorias, os fundamentos e a evolução das ideias hoje dominantes na moderna Biologia. Esteve preocupado em mostrar que a Biologia se distingue das ciências físicas desde seus princípios básicos e metodologias de construção das teorias científicas, até sua influência na visão de mundo do ser humano atual.

Entende que houve uma valorização excessiva da Física, e da Matemática, na conceitualização de ciência nos últimos séculos e uma consequente *assertiva arrogante de que a Biologia é uma ciência inferior* (Mayr, 1998, p. 18).

Segundo Mayr, a Biologia ao longo de sua história sofreu constantes influências internas (no interior do próprio campo de pesquisa) e externas: ideologias universais como o *essencialismo*; dogmas religiosos como o *criacionismo*. Mas, alguns fatores muito influentes derivam de outros campos da ciência: *o fisicalismo externo (incluindo o determinismo e o extremo reducionismo), que prevalecia no pensamento ocidental após a revolução científica, influenciou fortemente a formação teórica em biologia, por vários séculos, muitas vezes, inclusive exatamente contra aquilo que hoje é evidente* (op. cit., p. 57).

Discorda que a Física seja o paradigma da ciência e que quando se entende Física pode-se entender qualquer outra ciência, inclusive Biologia. Afirma que todas as tentativas de circunscrever o mundo vivo às leis naturais da Física falharam porque os organismos vivos são sistemas complexos, organizados e principalmente porque foram afetados durante bilhões de anos por processos históricos, o que não ocorre com o mundo inanimado.

Todavia, concorda com a convicção crescente da moderna filosofia da ciência de que não há verdades absolutas e que as teorias devem ser continuamente testadas em um espírito de coexistência de teorias alternativas, o que torna a ciência mais flexível e aberta. Entende que cada ciência requer seu próprio método, tendo presente que criatividade, observação, experimentação, análise, construção de hipóteses e classificação são aspectos tão valiosos para a Física quanto para a Biologia. Por isso a *filosofia da Biologia* de Mayr enfatiza a Biologia como uma ciência autônoma, amparada em parâmetros independentes das ciências físicas

Diferente visões para distintos campos da ciência

De sua visão de biólogo, Mayr assevera que a persistente tentativa de adotar princípios e conceitos da Física para todas as outras ciências que pretendem ser genuinamente científicas é um erro.

Alguns desses princípios básicos: 1) *essencialismo* ou *tipologia*, entendimento de que a variedade de fenômenos da realidade consiste de um número limitado de essências ou tipos e que cada um dá origem a uma classe independente: triângulos, por exemplo, são diferentes dos retângulos e não é possível conceber uma figura intermediária; 2) *determinismo* trata da possibilidade de predição absoluta do futuro com base no conhecimento do mundo presente; 3) *reducionismo* crença de que a explicação de um sistema, ou objeto, ou ser vivo fica resolvida com o conhecimento de todas as suas menores partes; 4) *busca de leis naturais universais* com a pretensão de serem válidas para todas as ciências.

Essas características, *fisicalistas*, não se aplicam à Biologia, nem a outras ciências (Antropologia, Psicologia, Sociologia) pela complexidade dos sistemas biológicos e porque o acaso desempenha papel fundamental nessas áreas.

Ele afirma que algumas tentativas de se desgarrar do monopólio da Física acabaram escorregando em outra armadilha: passaram a invocar *forças ocultas* como o *vitalismo* e a *teleologia* para explicar os organismos vivos.

O *vitalismo* acreditava que os movimentos e todas as manifestações da vida eram controlados por uma força invisível a *vis vitalis*, assim como o movimento dos planetas é controlado pela gravitação. Todas as experiências realizadas na tentativa de demonstrar a existência da *vis vitalis* fracassaram e o *vitalismo* teve de ser abandonado. A *teleologia* é o princípio pelo qual os processos têm um fim definido ou uma meta. A *teleologia* teve duração milenar, apoiada principalmente pelas crenças dos cristãos (na ressurreição) e na esperança de todos em um futuro melhor.

Segundo Mayr, a Biologia compõe-se de dois campos distintos: a *Biologia funcional* (mecanicista) e a *Biologia histórica* (evolucionista). A primeira lida com a fisiologia de todas as atividades dos organismos vivos, incluindo os processos celulares e do genoma. A segunda envolve todos os aspectos relacionados com a evolução e torna indispensável o conhecimento da história.

Os processos funcionais podem ser explicados de forma *mecanicista*, mas a *Biologia evolucionista* é muito diferente das ciências exatas, pois lida com fenômenos *únicos* como a extinção dos dinossauros, o aparecimento do ser humano, a origem das novidades evolutivas, a explicação da diversidade orgânica, etc.. **Não há como explicar fenômenos únicos através de leis universais.** Esse é um dos argumentos fundamentais porque a Biologia requer uma filosofia independente.

Conceitos e princípios específicos precisaram ser construídos para que a Biologia fosse reconhecida como ciência: a *complexidade dos sistemas vivos* é um conceito biológico que tem a ver com a riqueza de propriedades emergentes, das quais surgem qualidades como *reprodução, metabolismo, replicação, adaptação, crescimento e organização hierárquica*. A *evolução* é um conceito relacionado com a constatação de que o cosmos, o mundo vivo, está em permanente mudança (evolução). O conceito de *biopopulação* é talvez a maior diferença entre o mundo inanimado e o vivo pois *cada indivíduo é único (...)* não existem dois entre os 6 bilhões de seres humanos que sejam iguais (Mayr, 2005, p. 45). A *causalidade dual* decorre do fato de que os processos biológicos são controlados por leis naturais e também por programas genéticos contidos no genoma. A *seleção natural* de Darwin tem a ver com o processo de *eliminação e adaptação*, ou seja, os indivíduos menos adaptados são os primeiros a serem eliminados a cada geração, sendo que têm mais chances de sobreviver e se reproduzir os mais bem-adaptados.

Mayr destaca um novo método introduzido pela Biologia evolucionista: o das *narrativas históricas*. O cientista histórico constrói uma narrativa histórica que depois tem seu valor explicativo testado. Um exemplo clássico de narrativa histórica: inicialmente se atribuía a extinção dos dinossauros a uma epidemia, mas sérias objeções foram levantadas contra essa hipótese. Uma nova proposta então atribuía a extinção a uma catástrofe climática, mas também não houve indícios de tal evento climático. O físico Walter Alvarez postulou, então, que a extinção teria ocorrido pelas consequências do impacto de um asteroide na Terra. Nenhuma observação posterior entrou em contradição com essa teoria e ela ganhou adesão.

Assim, enquanto a observação e a experimentação são muito importantes para a *Biologia funcional* e para as ciências físicas; na *Biologia evolucionista* as *narrativas históricas* e a *comparação de evidências* variadas passaram a ganhar fundamental destaque.

Reduccionismo x visão holista

Para Mayr, o reduccionismo fiscalista não pode explicar sistemas complexos: isolar todas as menores partes, ou seja, conhecer exaustivamente prótons, elétrons, neutrinos, quarks ou quaisquer outras partículas elementares não ajudaria a explicar a origem da vida. É indispensável uma abordagem que inclua o estudo das interações em níveis superiores, e esta, é a abordagem holística. Ninguém conseguiria inferir a estrutura e o funcionamento de um rim apenas com um catálogo completo de todas as moléculas de que está composto. Este argumento é válido também para sistema inanimados. A combinação do cabo (haste) e da cabeça do martelo é que permite entender as propriedades do martelo enquanto martelo, e não o estudo detalhado da estrutura da madeira da haste até o nível molecular e atômico.

O fracasso do reduccionismo explicativo também enfraqueceu o sonho de unificação da ciência, ou seja, de redução das leis e teorias de um campo da ciência às leis e teorias de algum campo mais básico, em particular, da ciência física.

Mayr sugere uma nova abordagem para as ciências biológicas, baseada na compreensão de que:

- sistemas biológicos são sistemas ordenados, e suas propriedades não vêm apenas das propriedades químico-físicas dos componentes, mas sim da sua organização;
- há um sistema de níveis de organização em que as propriedades dos sistemas superiores não são necessariamente redutíveis a propriedades inferiores;
- sistemas biológicos armazenam informação historicamente adquirida;
- frequentemente emergem propriedades nos sistemas complexos, que não são explicadas através da análise de seus componentes .

Se é possível afirmar que as grandes descobertas da Física do século XX mudaram a visão de mundo dos “cientistas modernos” (isso porque é preciso ter formação fiscalista para poder compreender tais contribuições), de outro lado, a teoria de Darwin modificou a visão de mundo das “pessoas comuns” de uma forma tão drástica, como não havia ocorrido antes. O impacto das ideias de Darwin se deve, principalmente, à *evolução* através da *seleção natural*, que introduziu a ideia da descendência comum, ou seja, em termos zoológicos nada mais somos que macacos especialmente evoluídos. Darwin explicou através da *evolução* e *seleção natural* todos os fenômenos que antes necessitavam invocar forças sobrenaturais.

Mas, adverte Mayr, a variação darwiniana não se baseava em leis newtonianas e isso não era aceitável para os cientistas e filósofos deterministas da época, para quem qualquer causa ou evento que ocorresse de modo regular era chamado de lei. As teorias eram baseadas em leis. A questão é que na Biologia as regularidades não se relacionam com aspectos básicos da matéria como na Física, mas estão restritas ao tempo e ao espaço, e sujeitas a muitas exceções. Por isso, hoje, a visão mais aceita é a de que as teorias em biologia evolucionista estão baseadas em conceitos muito mais do que em leis.

Mayr chama atenção para a impossibilidade de espremer todas as outras ciências para dentro do quadro conceitual das ciências físicas, destacando com propriedade, as diferenças conceituais e metodológicas da Biologia como ciência genuína. A ciência, segundo Mayr, avança de maneira muito semelhante à do mundo orgânico ao longo do processo darwiniano. *O processo epistemológico, assim, é caracterizado por variação e seleção* (ibid., p. 184).

A Biologia organiza seus conhecimentos em estruturas conceituais e não em leis. Os conceitos possuem maior flexibilidade e aproveitamento heurístico. O progresso da ciência biológica consiste em grande medida no desenvolvimento de novos conceitos e princípios (classificação, seleção, evolução, espécie, taxa, descendência, aptidão, variedade, causalidade, etc.) e no permanente refinamento e articulação desses conceitos e, ocasionalmente, eliminação de conceitos errôneos.

O diagrama V da Figura 12 procura refletir a estrutura da epistemologia de Mayr.

Bibliografia

Mayr, E. (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília, Editora da UnB.

Mayr, E. (2005). *Biologia, ciência única*. São Paulo, Editora Schwarcz.

A epistemologia de Ernst Mayr

Domínio conceitual

Filosofia: evolucionismo

Teorias: são conjuntos de hipóteses explicativas

Princípios:

- o mundo vivo não pode ser explicado por leis fisicalistas;
- a Biologia é uma ciência autônoma;
- essencialismo, determinismo, reducionismo e busca de leis universais são princípios superados.

Conceitos-chave: fisicalismo, Biologia funcional, Biologia histórica, evolucionismo, narrativas históricas.

Questões-básicas

O que caracteriza a Biologia como ciência?

Como evolui o conhecimento científico?

↔
interação

Domínio epistemológico

Asserção de valor: a epistemologia de Mayr constitui-se em importante contraponto aos demais epistemólogos, na sua maioria físicos.

Asserções de conhecimento:

- A Biologia organiza seu conhecimento em estruturas conceituais específicas, não em leis como nas ciências físicas.
- O conhecimento científico avança através do processo contínuo de variação e seleção de conceitos e princípios (processo evolutivo, darwiniano)

Transformações: comparação do quadro conceitual da Física e das ciências biológicas.

Registros: análise do conhecimento produzido nas ciências físicas e nas ciências biológicas.

Objeto de estudo: evolução histórica das ciências biológicas e exatas; epistemologias de outros filósofos da ciência.

Figura 12. Um diagrama V para a epistemologia de Ernst Mayr.

13. Conclusão

Como vimos, um novo enfoque da natureza da ciência surgiu ao longo do século XX através de diferentes interpretações epistemológicas, baseado na ideia de que a ciência é uma construção do ser humano através da imaginação, da criatividade, da intuição. Um processo cuidadoso, mas sujeito a rupturas e erros, como em qualquer outra atividade humana.

Entrou em cena uma filosofia ora revolucionária, ora evolucionista, permeada pela mudança dos conceitos e teorias, não mais baseada em princípios fixos e imutáveis. Novas ideias e novas teorias surgem continuamente e a comunidade científica baliza, depura, filtra, aperfeiçoa, modifica incessantemente, de forma que sobrevivem as mais aptas, que explicam e modelam melhor a natureza.

Nenhuma dessas visões epistemológicas dispensa, entretanto, a comparação das consequências teóricas com os dados observacionais. É exatamente esse diferencial que garante credibilidade à ciência moderna. Esse conjunto de idéias constitui o que chamamos de *visão epistemológica contemporânea*.

Existem muitas divergências e controvérsias entre os próprios filósofos da ciência, de tal forma que não é possível falar em uma visão “correta” da natureza da ciência.

Mas essas divergências não impedem que se possa afirmar que há, em grandes linhas, entre os expoentes da interpretação epistemológica do século XX, um conjunto de características de razoável concordância sobre a natureza da ciência.

Assim, a *visão epistemológica contemporânea* representa o que há de razoável consenso entre os principais epistemólogos estudados, formando uma espécie de base epistemológica com algumas características comuns:

- o conhecimento científico, embora consistente, é de natureza conjectural, hipotética e tentativa (é uma construção humana sujeita a mudanças);
- a imaginação e a criatividade são ingredientes indispensáveis para o avanço do conhecimento científico, aliadas às técnicas de investigação científica;
- a concepção empirista-indutivista está superada (leis e teorias não são descobertas através da utilização rigorosa de algum método científico infalível);
- a teoria, sob a forma de hipóteses, precede a observação (observação, por si só, não é fonte de conhecimento);
- não há um método único e algorítmico para fazer ciência (há uma diversidade metodológica);
- a ciência não é socialmente neutra e descontextualizada, leva em conta o indivíduo, suas ideias e necessidades, o lugar e a época em que vive.
- há uma permanente competição (ou substituição) de teorias e/ou programas de pesquisa (sobrevivem os mais aptos, os que explicam melhor, os que resolvem mais problemas científicos);
- conjuntos de conceitos e de teorias evoluem com o tempo acompanhando a própria evolução social e cultural (leis e teorias não são fixas e imutáveis);

- a construção e a aquisição de conhecimento científico é um processo problemático, não-linear, não-cumulativo;
- diferentes campos da ciência requerem diferentes técnicas e metodologias de forma que o quadro conceitual da Física clássica não dá conta dos campos de pesquisa de sistemas complexos;
- reconhece-se o papel da observação e experimentação na pesquisa científica sem cair no “reducionismo experimental” (observação e experimentação tomadas como infalíveis, capazes de refutar de forma imediata uma hipótese teórica).

A ciência, nessa visão, não está preocupada em “obter fatos” ou “descobrir verdades” mas sim em formular teorias e modelos cada vez mais eficazes para explicar os fenômenos naturais e da vida. Para tanto, a ciência formula hipóteses, extrapolando os dados disponíveis e propondo princípios gerais. Uma das características que diferencia ciência de outras formas de conhecimento é que os resultados da ciência são reproduzíveis por outros cientistas, utilizando as mesmas técnicas, e seus objetos de estudo pertencem ao mundo natural.

A idéia de construção da ciência através da “racionalidade” aparece em quase todas as visões epistemológicas aqui apresentadas embora a racionalidade encontre diferentes definições entre as diversas visões apresentadas.

As teorias epistemológicas mais recentes têm adotado uma visão evolucionista, contrária à idéia de rupturas ou revoluções repentinas. Entra em cena uma filosofia evolucionista, permeada pela mudança e seleção dos conceitos gerando mudanças nas próprias comunidades científicas que os compartilham. Ou seja, novas idéias e novas teorias surgem continuamente e a comunidade científica permanentemente julga, seleciona, modifica ou abandona idéias e teorias. Sobrevivem as mais aptas, a exemplo do mundo natural, sendo que essas mudanças também modificam o cientista, o ser humano.

Além disso, as teorias epistemológicas mais recentes passaram a destacar também os fatores sociais, políticos, econômicos, culturais e históricos como fatores que realmente interferem (ou filtram) no processo de mudança conceitual e no avanço da ciência.

A epistemologia do século XX também se preocupou em desendeusar o fazer científico, que durante muito tempo usufruiu dessa condição descontextualizada. Acreditamos que tal visão é importante na medida em que a atividade científica passa a ser entendida como uma atividade humana igual a qualquer outra, com dificuldades e carências, com apogeus e conquistas, realizada por homens e mulheres dotados de preconceitos e necessidades, sonhos e emoções, como quaisquer outras profissões.

14. Glossário

ABDUÇÃO: consiste em usar dados particulares para chegar a conclusões mais amplas. Seria um “silogismo” cuja premissa maior é certa e a menor é provável. Uma definição menos formal entende que é legítimo falar de algo sem saber o suficiente para fazê-lo. Segundo Charles Sanders Peirce (filósofo americano, 1839-1914), existem três modos de produzir conhecimento: a dedução, a indução e a abdução. A dedução vai do universal ao particular, e a indução do particular ao universal. Mas a abdução vai do singular ao singular.

ABSOLUTO: propriedade do que é totalmente incondicionado, não dependendo de outra entidade para existir ou ser o que é; que tem existência em si e por si mesmo.

ABSTRAÇÃO: derivação do universal a partir do particular; considerar algum traço de alguma coisa independentemente de outros traços dessa coisa; formulação de um conceito sobre alguma coisa a partir de sua presença em todos os representantes de um certo conjunto que possui essa característica comum.

CRACIONISMO: doutrina segundo a qual cada espécie, animal ou vegetal, teria sido criada independentemente, por ato divino.

DEDUÇÃO: forma de inferência tal que seria contraditória a afirmação de suas premissas e a negação de suas conclusões.

EMPIRISMO: postura segundo a qual todos os conceitos são derivados da experiência à qual são aplicados e todo o conhecimento fatural está baseado, ou deriva, da experiência. O conhecimento sobre o mundo só pode ser justificado pela experiência sensível. O conhecimento humano deriva, sem exceção, direta ou indiretamente, da experiência sensível, interna ou externa, sem atribuir à mente nenhuma atividade própria.

EPISTEMOLOGIA: estudo da natureza e validação do conhecimento humano. Classicamente, este termo foi tomado como sinônimo de teoria do conhecimento, mas atualmente tende a ser empregado como estudo dos conhecimentos científicos, dos conhecimentos racionalmente justificados.

EVOLUCIONISMO: a teoria da evolução, também chamada evolucionismo, afirma que as espécies animais e vegetais existentes na Terra não são imutáveis, mas sofrem ao longo das gerações uma modificação gradual, que inclui a formação de raças e espécies novas. Tal teoria se transformou em fonte de *controvérsia*, não somente no campo científico, como também na área ideológica e religiosa. O mecanismo de formação de uma espécie seria, em linhas gerais, o seguinte: alguns indivíduos de uma espécie ancestral passavam a viver num ambiente diferente; o novo ambiente criava necessidades que antes não existiam, as quais o organismo satisfazia desenvolvendo novas características hereditárias; os portadores dessas características passavam a formar uma nova espécie, diferente da primeira.

IDEALISMO: doutrina filosófica que enfatiza a primazia do espírito, ou consciência, na visão do mundo. As ideias, não a matéria ou as sensações, constituem a realidade. O conhecimento da realidade depende, então, dos atos da consciência. Idealistas argumentam que relações abstratas entre entidades são mais reais que os objetos apreendidos pelos sentidos; a existência está principalmente no domínio das ideias.

INDUÇÃO: inferência que parte de casos individuais ou concretos para chegar a conclusões gerais.

MATERIALISMO: doutrina filosófica que entende que todas as realidades e acontecimentos são materiais, no sentido físico, e são explicáveis a partir do estudo científico do material.

POSITIVISMO: doutrina filosófica que encarna a concepção empirista e materialista da racionalidade; defende que os dados que se obtém por meio dos sentidos são a fonte fundamental, e praticamente exclusiva, do conhecimento; exclui especulações apriorísticas ou metafísicas. Segundo tal doutrina, o pensamento humano passaria inevitavelmente por um primeiro estágio religioso, um segundo metafísico e um terceiro científico, cujos logros são enaltecidos.

POSITIVISMO LÓGICO: é a atitude filosófica antimetafísica. Não nega a existência de fenômenos paranormais (metafísicos), mas afirma que é uma perda de tempo tentar entender e falar dessas coisas. Doutrina herdeira do empirismo e, portanto, de David Hume (1711-1776) que apartava rigorosamente julgamentos de *fatos* (“o que é”) e julgamentos de *valor* (“o que deve ser”).

PRAGMATISMO: em oposição ao positivismo lógico, o pragmatismo não concorda com a separação entre fatos (“o que é”) e o valor (“o que deve ser”), entende que valores e normas sempre permeiam toda a nossa experiência. O pragmatismo constitui uma escola filosófica contemporânea, com origens nos Estados Unidos, que se caracteriza pela ênfase dada às consequências, utilidade e sentido prático como componentes vitais da verdade. Defende que as teorias e o conhecimento só adquirem significados através da luta de organismos inteligentes com o seu meio, ou seja, a qualidade própria da consciência não é aquela de compreender a realidade, mas a de agir sobre a realidade de modo eficaz. Não defende, no entanto, que é verdade meramente aquilo que é prático ou útil ou que nos ajude a sobreviver à curto prazo. Os pragmatistas argumentam que deve se considerar como verdadeiro aquilo que mais contribui para o bem estar da humanidade em geral, tomando como referência o mais longo prazo possível. Uma definição menos filosófica de pragmatismo entende que é a perfeita sincronia entre o que pensamos e o que fazemos, entre o que falamos e o que pensamos.

RACIONALISMO: corrente e posição filosófica caracterizadas por centrar sua atenção no estudo da razão. Metodologia de investigação que considera a razão como a principal fonte e teste do conhecimento. Contrariamente ao empirismo, tende a desconsiderar a experiência sensorial e argumentar que a realidade tem uma estrutura inerentemente racional e, portanto, há verdades, especialmente na lógica e na matemática, que a mente pode captar diretamente.

REALISMO: concepção segundo a qual os objetos da percepção sensorial ou da cognição existem independentemente de serem conhecidos ou de estarem relacionados à mente. Um enunciado é verdadeiro se corresponde ou se refere a um estado de coisas independente da mente. Há uma realidade objetiva independente da mente humana.

RELATIVISMO: posição epistemológica segundo a qual não existe nenhum enunciado cuja verdade seja absoluta; o que se considera verdadeiro é função do contexto ou perspectiva. A verdade depende das condições ou circunstâncias dentro das quais é enunciada.

Fontes bibliográficas e eletrônicas

Thiebaut, C. (1998). *Conceptos fundamentales de filosofía*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Larousse (1998). *Diccionario de sociología*. Barcelona: Editorial Larousse S.A

Enciclopédia Britannica. *Micropaedia*. 15ª edição.

Centro de Estudos em Filosofia Americana, www.cefa.org.br.

A Wikipedia project: <http://pt.wikipedia.org.wik>

Piccolo Dizionario Filosofico. www.forma-mendis.net

Enciclopédias Projeto Renasce Brasil. www.renascebrasil.com.br