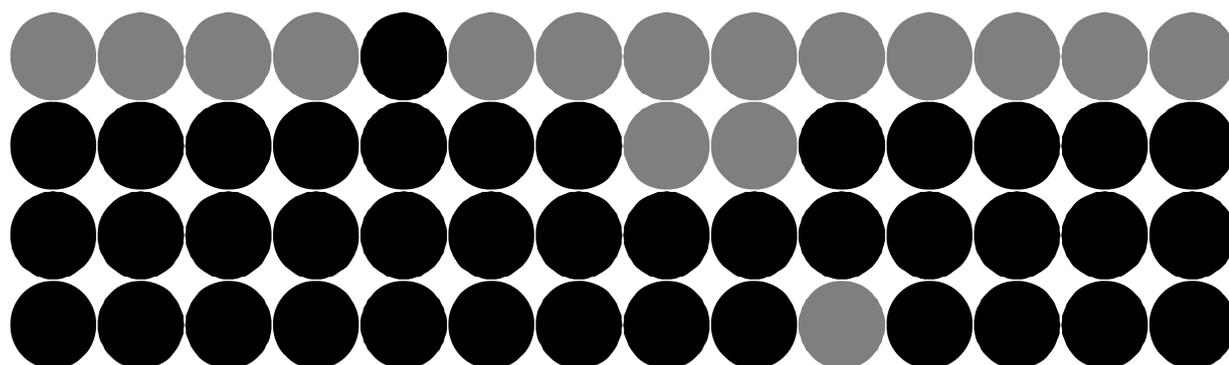


EPISTEMOLOGIAS DO SÉCULO XX

Neusa Teresinha Massoni



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Textos de Apoio ao Professor de Física, Nº 16, 2005.

Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Mara Kuse; CRB 10/1470)

M421e Massonir, Neusa Teresinha

Epistemologias do século XX / Neusa Teresinha Massoni. –
Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-
Graduação em Ensino de Física, 2005.

96 p. - (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio
Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v.16, n.3)

1. Epistemologia. 2. Teorias do Conhecimento. 3. Ensino de
Física. I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de
Física. Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.
IV. Série.

Impressão: Waldomiro da Silva Olivo
Intercalação: João Batista C. da Silva

SUMÁRIO

1. .Apresentação.....	5
2. .Introdução.....	7
3. Popper.....	9
4. Kuhn.....	15
5. Lakatos.....	21
6. Bachelard.....	25
7. Laudan.....	31
8. Toulmin.....	41
9. Maturana.....	57
10. Feyerabend.....	63
11. Conclusão.....	69
12. Bibliografia.....	95

1. APRESENTAÇÃO

Esta monografia foi elaborada como trabalho de conclusão da disciplina de pós-graduação “Fundamentos Epistemológicos para a Pesquisa em Ensino de Ciências”, do Mestrado em Física da UFRGS – Área de Concentração Ensino de Física, ministrada pelo Professor Marco Antonio Moreira em 2003. Foi inteiramente revisada e utilizada pelo Professor Moreira, em 2004 e 2005, como texto de apoio para a disciplina História e Epistemologia da Física, da Licenciatura em Física desta Universidade, na qual a autora fez estágio docência.

Seu objetivo é identificar, apresentar e discutir as idéias de alguns dos principais filósofos do século XX relativamente às teorias de produção do conhecimento, à epistemologia, à visão atual de ciência e seu processo de evolução.

Especialmente no caso da Física surgiu, a partir do início do século XX, uma série de questões filosóficas com relação ao caráter e à função do conhecimento experimental.

Com isso, a filosofia da ciência teve um considerável desenvolvimento caracterizando-se, nesse período, pelo surgimento de diferentes correntes e teorias sobre a produção e a evolução do conhecimento científico, sua compreensão crítica e o papel da ciência.

Sob esse enfoque procuramos apresentar e discutir as principais idéias e teorias dos seguintes filósofos da ciência: Karl Popper, Thomas S. Kuhn, Imre Lakatos, Gaston Bachelard, Larry Laudan, Stephen Toulmin, Humberto Maturana e Paul Feyerabend.

Acreditamos que a formação de um professor de Física deve contemplar não só conteúdos de Física e questões metodológicas do ensino dessa disciplina, mas também aspectos epistemológicos a fim de não ensiná-la com visões dogmáticas, empiristas, indutivistas. Esperamos, então, que este texto possa dar alguma contribuição nesse sentido.

2. INTRODUÇÃO

Numa linguagem bastante simples “epistemologia” significa estudo da produção do conhecimento.

O alvo principal da atenção e análise dos epistemólogos do século passado foi a ciência, quer pela orientação bastante aberta da filosofia, quer pelo gigantesco avanço alcançado particularmente pela Física, demonstrando ser um saber extremamente fecundo e prático.

A filosofia da ciência ou epistemologia propõe-se a responder questões já há muito formuladas como: O que conhecemos? Como conhecemos? O que é o conhecimento científico? O que faz a ciência? e outras tantas perguntas nessa linha.

“Quando nos tornamos conscientes de nossa existência, a beleza do cosmo abalou profundamente nossa mente. E desde então a preocupação humana com o problema de nossas origens é fonte de inspiração. ...

O início do século passado marcou a história da humanidade pelo surgimento de dois pilares do conhecimento moderno. A relatividade de Einstein e a mecânica quântica revolucionaram a maneira como percebemos o universo e nosso papel na teia da vida da criação.”¹

O texto retirado da *Scientific American* focaliza uma das mais antigas curiosidades do homem: saber sua origem, desvendar os mistérios do universo.

Esses enormes passos da Física Moderna não só marcaram a história da ciência como também deixaram marcas na filosofia da ciência, que teve um considerável avanço no século XX, na discussão sobre a metodologia de produção do conhecimento científico e sobre a natureza e o progresso desse conhecimento.

A exemplo da cosmologia ou da teoria da matéria, a filosofia da ciência também tem acompanhado o homem reformulando através dos séculos suas questões sobre o conhecimento humano.

¹ ABDALLA, Élcio e CASALI, Adenauer Girardi. Edição Brasileira da *Scientific American*, Ano 1, n. 10, março 2003, p. 30.

Apresentamos a seguir a síntese das principais idéias sobre a produção do conhecimento de Popper, Kuhn, Lakatos, Bachelard, Laudan, Toulmin, Maturana e Feyerabend, nessa ordem.

3. 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 homem*; na refutabilidade como critério de demarcação entre o discurso científico e outros tipos de conhecimento; e na sua concepção inovadora do método científico.

A idéia vigente até então era de que a ciência se distingue da pseudociência pelo uso do método empírico, que é um método indutivo, e cujo 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, 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”.*²

Propõe que as confirmações de uma teoria só devem ser consideradas se resultarem de predições arriscadas, ou seja, se esperamos um acontecimento incompatível com a teoria e que possa refutá-la; que toda 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, a teoria científica é 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, a confirmar.

Para salvar uma teoria da refutação, podem, os seus seguidores, formular hipóteses *ad hoc*, o que, para Popper, trata-se de um procedimento que avilta seu padrão científico.

² POPPER, *Conjecturas e Refutações*, 1982, p. 281.

“Pode-se dizer, resumidamente, que o critério que define o ‘status’ científico de uma teoria é sua capacidade de ser refutada ou testada”.³

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 conceituação de Popper trata-se de uma pseudociência.

Assim, Popper propõe através do critério de «refutabilidade» 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» é a solução para o «problema da demarcação».

O problema da indução é outro aspecto associado à demarcação que é amplamente discutido por Popper.

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’ resultados são necessários para se satisfazer ao critério ‘um grande número’, ou seja, *“independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos.”⁴*

Se quisermos explicar o mundo que nos rodeia o procedimento mais razoável de que dispomos para aceitar tal tarefa é o método das tentativas – fazer conjecturas e saltar para conclusões genéricas. Nas palavras de Popper:

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

Desse ponto de vista, todas as leis e teorias são essencialmente tentativas, conjecturais, hipotéticas – mesmo quando não é mais possível duvidar delas.”⁵

³ Ibid., p. 66.

⁴ Idem, *Lógica da Pesquisa Científica*, 1985, p. 28.

⁵ Idem, *Conjecturas e Refutações*, 1982, p. 81.

O progresso contínuo é para Popper uma característica essencial do caráter racional e empírico do conhecimento científico.

Concordamos com essa posição, pois, possivelmente mais do que susceptíveis de refutação, as teorias e leis da Física Moderna distinguem-se da pseudociência pelo seu caráter progressista, tanto conceitualmente quanto no resultado prático e tecnológico que têm proporcionado.

Entretanto, Popper 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.

Para Popper:

“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 freqüência corrigidos). Por isso podemos dizer que, no campo da ciência, aprendemos muitas vezes com nossos erros;”⁶

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 utilizamos 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.

Ainda quanto à questão do erro, Popper salienta que não quer sugerir que a ciência se desenvolve de uma teoria para outra (aprendemos a partir dos nossos erros), mas que deve ser entendida como o desenvolvimento de um problema para

⁶ Ibid., p. 242.

outro cada vez mais profundo, “a teoria científica – ou explicativa – é, de fato, uma tentativa de resolver um problema científico”⁷.

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 conjeturadas 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.”*⁸

Admite que 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.

Nessa mesma linha voltaremos à discussão, pois Laudan também entende a ciência como um empreendimento que cresce através da resolução de problemas.

O que fica claro até aqui é que 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.

⁷ Ibid., p. 247.

⁸ CHALMERS, 1999, p. 73.

A ciência busca encontrar teorias verdadeiras (que guardem a melhor correspondência possível com os fatos). “Uma grande vantagem da *teoria da verdade objetiva ou absoluta* é que ela nos permite dizer – acompanhando Xenófanes – que buscamos a verdade, mas podemos não saber quando a encontramos; que não dispomos de um critério para reconhecê-la, mas que somos orientados assim mesmo pela idéia da verdade como ‘princípio regulador’.”⁹

A ciência busca sempre uma verdade interessante e nova.

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.

Entendemos que a grande discussão desencadeada por Popper representou um enorme avanço para a filosofia da ciência, principalmente no que se refere à noção de falsificação das teorias científicas e ao *status* da indução científica. Concordamos com seu princípio fundamental de que a ciência é uma construção do homem a partir de conjecturas e, principalmente, que as teorias precedem a observação.

Achamos, entretanto, que uma limitação importante do falsacionismo de Popper é o fato de que as teorias não podem ser rejeitadas de forma concludente simplesmente porque os enunciados observáveis que servem de base para a falsificação podem vir a ser falsos à luz de progressos posteriores. 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, entendemos que 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.

Entendemos que também não pode ser tomada ao pé da letra a questão da indução. Os cientistas assim como todos nós – seres humanos – utilizamos diariamente algum grau de indução, dedução e avaliação de dados, ou seja, tiramos

⁹ Ibid., p. 251.

deduções provisórias; a partir do observado induzimos o não observado. Nesse ponto, concordamos com Alan Sokal e Jean Bricmont, na obra *Imposturas Intelectuais*, 2001, p.68. Esta (a indução) não é uma metodologia arbitrária, embora, concordamos, algumas induções não são justificadas. Se não fosse assim não poderíamos nem mesmo esperar que o sol nascerá novamente amanhã.

4. KUHN

Falar em Thomas S. 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 científica.

Essas realizações passadas, 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 o conceito de luz antes entendida como movimento ondulatório passa, a partir do início do século XX, a ser entendida como sendo composta de fótons, em função do desenvolvimento da Mecânica Quântica:

“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.”¹⁰

Ele sugere que 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. Com isso, Kuhn define o seu critério de demarcação, se quisermos fazer um paralelo com a filosofia de Popper.

Uma teoria pode se transformar 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, a matematização dos campos eletromagnéticos por Maxwell, etc.

¹⁰ THOMAS KUHN, A Estrutura das Revoluções Científicas, 1978, p. 32.

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 a redeterminação de categorias de fatos já conhecidos;
- investigação dos fenômenos associados às predições do paradigma – são desenvolvidos esforços no sentido de demonstrar a concordância entre a teoria e a natureza através da criação de novos aparelhos como 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 a teoria do paradigma, com a determinação das constantes físicas universais de forma precisa e de leis empíricas, como por exemplo a experiência de Boyle.

Os problemas teóricos da ciência normal, em parte, consistem em usar a teoria existente para prever “*informações factuais de valor intrínseco*” com o objetivo de se obter novas aplicações para o paradigma ou aumentar a precisão de aplicações já feitas.

Essas três classes de problemas esgotam, segundo Kuhn, a literatura da ciência normal já que seu objetivo, como já 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.*”¹¹

Existem também os problemas extraordinários, anomalias ou pesquisa extraordinária, mas estes aparecem em ocasiões especiais gerados pelo avanço da ciência normal e quando culminam com a invenção de teorias radicalmente novas

¹¹ Ibid., p. 59.

forçando os cientista a uma transição para um novo paradigma, então, geram uma **revolução científica**.

Tudo começa com a consciência da anomalia, 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. 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 Ptolomaica 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 outra teoria alternativa 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.”¹²

¹² Ibid., p. 116.

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. Portanto, o velho e o novo paradigma são **incomensuráveis**.

A revolução científica trata-se de 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 vê totalmente transformados, por isso mesmo o sentido de incomensurabilidade.

Na verdade os cientistas se caracterizam por interpretar observações e dados, mas cada uma dessas interpretações pressupõe 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 tal tese. Achamos que 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 nas 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, ratificamos nossa posição anterior de 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, assim, um novo paradigma deve ser mais abrangente que o antigo.

Acreditamos que, embora em alguns períodos da história da humanidade tenha, de fato, ocorrido revoluções nos moldes de Kuhn, e esses momentos foram ampla e adequadamente explorados por ele, talvez seja equivocado afirmar que a ciência somente avança através de revoluções esporádicas e entendidas como uma mudança brusca de paradigmas. Ainda que num segundo momento Kuhn tenha reformulado sua tese introduzindo a idéia das micro-revoluções, admitindo que elas ocorrem mais comumente, acreditamos que não é um acontecimento esporádico e repentino, capaz de romper com o diálogo entre os cientistas. Como afirma Toulmin (abordaremos mais adiante), a ciência desenvolve-se nas comunidades de cientistas que, a todo momento, criticam, avaliam, julgam as novas idéias num processo lento, seletivo e evolutivo.

4. LAKATOS

Segundo Imre Lakatos (1922-1974) o avanço do conhecimento científico consiste na permanente substituição de Programas de Investigação Científica Regressivos por Programas de Investigação Progressivos e, de forma subjacente a constante substituição de hipóteses.

Os Programas de Pesquisa Científica definem o conjunto de regras que indicam a rota a ser seguida pela investigação numa determinada área do conhecimento e com isso garante a continuidade da pesquisa.

Lakatos faz uma crítica ao falsacionismo dogmático de Popper (conjeturas e refutações) por entender que “*a metodologia dos programas de pesquisa científica não oferece uma racionalidade instantânea*”,¹³ isto é, pode levar muito tempo (décadas) até que um programa se torne progressivo. A crítica a uma teoria, segundo ele, não objetiva morte rápida através da refutação, mas 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.

Defende como lógica de pesquisa científica o que ele chama de falsacionismo metodológico de base evolutiva, aonde 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.

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 discordância a Popper, como já referido, entende 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 a sua antecessora.

¹³ IMRE LAKATOS. Metodologia de los Programas de Investigación Científica, 1993, p. 16.

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. Assim, Lakatos admite modificações, contanto que não sejam *ad hoc*.

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.

Um Programa de Pesquisa consiste em regras metodológicas, algumas das quais nos dizem as rotas que devemos seguir na pesquisa científica (**heurística positiva**) e outras nos dizem quais caminhos devem ser evitados (**heurística negativa**).

A ciência, como um todo, pode ser considerada um imenso Programa de Investigação baseado em conjeturas que devem ter mais conteúdo empírico do que suas antecessoras.

A heurística negativa está associada (protege) ao **núcleo firme** do Programa de Investigação enquanto a heurística positiva ao **cinturão protetor**: O núcleo firme é a característica que define o programa, por exemplo, o núcleo da mecânica newtoniana se compõe das leis de Newton mais a atração gravitacional.

“A heurística negativa do programa impede que apliquemos o ‘modus tollens’¹⁴ 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.”¹⁵

¹⁴ ‘modus tollens’ significa modo/tentativa de refutação.

¹⁵ Ibid., p. 66

A heurística positiva estabelece um programa com uma seqüência 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 Científica) não como uma alternância de conjeturas e refutações empíricas, mas entende que há uma diversificada pauta de avanços teóricos e freios empíricos nesse processo.

De uma maneira geral, acreditamos que as idéias de Lakatos com relação à constante invenção de hipóteses auxiliares no cinturão protetor, as quais podem sofrer avanços e retrocessos, idas e vindas, cujo objetivo é proteger o núcleo firme da teoria que, por sua vez, também pode ser ajustado e até substituído dentro de um Programa de Pesquisa, representa um avanço com relação às idéias de Popper.

Concordamos com a tese de Lakatos de que as teorias não são simplesmente refutadas ao se depararem com inconsistências, mas, ao contrário, um enorme esforço é feito 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.

5. 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 sentido 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 introduz o conceito de **obstáculos epistemológicos** e mostra que eles impedem 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.

Do prefácio:

“...se se pretende esclarecer os problemas da ciência através da reflexão metafísica, se se pretende misturar teoremas e filosofemas, surge imediatamente a necessidade de aplicar uma filosofia necessariamente finalista e fechada a um pensamento científico aberto.”¹⁶

Com isso Bachelard levanta a seguinte questão: para o cientista a filosofia está sempre inacabada, assim como a ciência; enquanto os filósofos procuram uma condição de unidade do pensamento, uma síntese para o saber. No seu dizer, os filósofos mantêm-se fora do espírito científico.

A polarização que a filosofia da ciência faz entre o empirismo (de um lado) e o racionalismo (do outro) acaba por enfraquecer a própria filosofia da ciência e se transforma no que ele chama de obstáculos epistemológicos. Alerta 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.

Entende que a ciência física contemporânea apresenta uma supremacia do racionalismo matemático. A ciência física contemporânea é uma imensa construção racional.

¹⁶ GASTON BACHELARD, *La Philosophie du non*, Prefácio.

*“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”.*¹⁷

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

Os obstáculos epistemológicos evidenciam um rompimento entre o conhecimento sensível (usual, comum) e o conhecimento científico. Cita um exemplo significativo com respeito à metafísica.

A metafísica postula um objeto para uma dimensão muito além daquela utilizada no sentido comum tornando evidente a ruptura da objetividade, ou seja, a experiência neste campo da ciência física contém uma transcendência. Sendo assim, o racionalismo que serve de base para tal experiência leva em conta esta transcendência empírica é aberto, ampliado.

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

No dizer de Bachelard:

*“Pensar corretamente o real é aproveitar as suas ambigüidades 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”.*¹⁸

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

Nesse contexto, identifica o que ele denomina de **obstáculos pedagógicos**, “tudo o que é fácil de ensinar é inexato”. Referindo-se ao emprego do conceito de massa como uma quantidade de matéria, que é fácil de ser compreendido, mas que está associado à forma primitiva desse conceito. Exemplifica dizendo que é fácil

¹⁷ Ibid, p.142.

¹⁸ Ibid., p. 18.

para um psicólogo ensinar o conceito de “carga de afetividade” associando-o ao de massa. A analogia com a massa, nesse caso, funciona como obstáculo pedagógico, pois limita o espírito científico, uma vez que massa é muito mais do que quantidade de matéria.

Bachelard faz uso da evolução, em particular, 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 idêntico 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 ótica de Bachelard:

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 – massa, na relatividade, é tomada como uma função da velocidade. 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, um verdadeiro ultra-racionalismo.

Nesta linha, e reforçando-a, entra o conceito também dialético de energia. A descoberta experimental do elétron positivo vem dar uma interpretação à energia negativa. No caso da energia, pode-se dizer que havia uma predição teórica que esperava pelo fato. Essa noção bate de frente com o empirismo que acredita que todo o conhecimento vem da observação, da experiência.

É o pensar do espírito ultra-racionalista aventurando-se, no dizer de Bachelard.

Com a evolução identificada para o 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 colocar em evidência 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".¹⁹

Bachelard conclui que a ordem apresentada para a noção de massa, ou seja, uma evolução que vai 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 ultra-objeto é o resultado de uma objetivação crítica, de uma objetividade que apenas retém aquilo que critica. Tal como surge na micro-física contemporânea, o átomo é o tipo perfeito de ultra-objeto".

O que fica claro em Bachelard, e com o que concordamos, 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, passando pelas cinco filosofias anteriormente enumeradas, a partir do realismo/empirismo na direção do racionalismo dialético (abstrato).

¹⁹ Ibid., p. 48.

Assim, nos ensina que é preciso avançar o nosso perfil epistemológico em direção a uma construção racional cada vez mais aberta, num ultra-racionalismo. Portanto, Bachelard reforça as idéias de Popper e Kuhn, com relação ao papel da observação e da experiência na produção do conhecimento. O caminho que garante o avanço do conhecimento humano não passa pela indução, mas é uma construção da mente do homem e tende a se tornar cada vez mais racional e abstrata.

7. LAUDAN

No entender de Larry Laudan (1945) os estudos sobre o desenvolvimento histórico da ciência têm mostrado que a ciência tem sido um empreendimento racional, porém associado a alguns traços persistentes, resumidamente: a) não acumulativo; b) não se refutam teorias por suas anomalias; c) mudanças e controvérsias são resolvidas conceitualmente, muito mais que empiricamente; d) os princípios da racionalidade vão mudando com o tempo; e) a regra é a existência de teorias rivais, tal que a evolução das teorias é uma atividade comparativa.

E, uma filosofia da ciência viável tem que levar em conta esses traços.

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 a ciência se encaminha a produzir teorias bem comprovadas, que têm aplicação prática e que conseguem predizer fatos novos.

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

Esta proposta não é refratária ao acesso epistemológico, pois não está em jogo a verdade.

Para ele há dois tipos de problemas, os **empíricos** e os **conceituais**. A proposta de Laudan considera que 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 esta última resolva 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”.*²⁰

A questão de contar e avaliar os problemas resolvidos por uma teoria é uma questão bastante complicada e problemática, e este é o tema abordado por Laudan em seu livro “*O Progresso e seus Problemas*”.

²⁰ LARRY LAUDAN. *El Progreso y sus Problemas*, 1977, p. 16.

As **tradições de investigação** são as metodologias, as técnicas que perduram através da mudança de teorias e estabelecem o que existe de continuidade na história da ciência.

Analogamente às teorias, onde são consideradas mais adequadas aquelas que resolvem mais problemas, uma tradição de investigação é mais adequada que outra se o conjunto de teorias, que num dado momento a caracterizam, é mais adequado que as teorias que compõem uma tradição de investigação rival.

A ciência tem, de fato, interesse em teorias das quais se espera grande fertilidade, ou seja, interessa a taxa de progresso das teorias e da tradição de investigação.

Laudan defende que a coexistência de tradições de investigação rivais e de teorias rivais é uma regra para o avanço da ciência, em clara oposição a Kuhn que defende a existência de um único paradigma na fase de ciência normal, cuja fronteira é a revolução científica. Entende que as confrontações dialéticas são essenciais para o avanço e o aperfeiçoamento do conhecimento científico.

Sua preocupação não está centrada na 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. Ele chama atenção a que todas as tentativas em busca de critérios de demarcação entre ciência e não ciência tem sido um rotundo fracasso.

Laudan afirma que não há por parte da filosofia e da história da ciência uma atenção clara sobre as implicações de uma ciência entendida como uma atividade de resolução de problemas. O que é normalmente tratado é a resolução de problemas empíricos específicos do mundo natural.

Os problemas são o ponto central do pensamento científico e as teorias são o resultado final (problemas=perguntas da ciência e teorias=respostas).

Tese 1 – uma teoria é boa se proporciona soluções satisfatórias a problemas importantes;

Tese 2 – para avaliar os méritos de uma teoria propõe que se pergunte se ela constitui solução adequada a problemas relevantes e não se ela é “corroborada” ou “bem confirmada”.

Como já referido há dois tipos de problemas:

Problema Empírico é qualquer coisa do mundo natural que nos surpreenda como estranha e que necessite de uma explicação (como e porque os corpos caem? é um exemplo).

Define-se problemas empíricos como 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.

Existe uma grande diferença entre **fatos e suas explicações e problemas empíricos e suas soluções**, Os fatos são fatos mesmo que não os conheçamos enquanto um problema somente se torna um problema quando se torna conhecido. Um problema que é considerado problema para uma época pode deixar de ser para uma época posterior, por questões puramente racionais. Os problemas representam presumidos estados de coisas ou suposições a cerca do que cremos que está ocorrendo no mundo

Laudan alerta, por sua vez, 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, em plena concordância com todos os filósofos da ciência vistos até aqui.

Assim, não há problema empírico livre de teorias, com o que, como já referido, concordamos plenamente. Aliás esse parece ser, claramente, um ponto comum de todas as filosofias contemporâneas.

Os problemas empíricos podem ser: não resolvidos quando nenhuma teoria os resolveu adequadamente, ou resolvidos quando já resolvidos satisfatoriamente por uma teoria. Os problemas anômalos são aqueles resolvidos por teorias alternativas.

Pode-se dizer que o **progresso científico implica em transformar problemas não resolvidos ou anômalos em problemas resolvidos.**

Às vezes um problema passa longo tempo antes que os cientistas decidam, ou pelo menos que fique claro, se se trata de um verdadeiro problema, qual sua importância e quais as teorias que deveriam resolvê-lo.

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, extraído-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 freqüentemente são resolvidos, pois para isso basta que os dados teóricos e de laboratório sejam aproximados.

Laudan chama atenção também para o fato de que soluções cuja precisão é aceitável para uma época são inadequadas para outra, ou seja, a ciência aumenta os requisitos exigidos para que algo seja considerado solução de um problema, com o tempo, e isto é absolutamente saudável para o avanço do pensamento científico.

Anomalias

Ao contrário de outros filósofos da ciência, como Popper, que consideravam a busca de resoluções de anomalias a razão em si da ciência, Laudan concorda que as anomalias são importantes mas, discorda da definição e da interpretação convencional de anomalia. 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, e que a anomalia não necessariamente tem que ser inconsistente com aquela teoria. Até 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.

Laudan afirma que quase todas as teorias tiveram instâncias anômalas e nem por isso foram abandonadas. Admite que há anomalias muito agudas que resultam

no abandono da teoria. A controvérsia é que Kuhn, por exemplo, entende que a acumulação de muitas anomalias induz ao abandono da teoria, 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. Por isso, Laudan propõe que se encontre uma maneira de graduar a importância das anomalias, o que, em grande parte, está associado ao estado competitivo das teorias em relação às suas rivais.

Outro fator que indica a importância da anomalia é a antiguidade, ou seja, quanto mais antiga a anomalia mais importância ela ganha.

O que se pode aprender dessa discussão é que os problemas empíricos (tanto os resolvidos quanto as anomalias) não têm a mesma importância para uma dada rede de teorias daquele domínio do conhecimento, mas que a sua solução sempre gera um avanço.

Problema Conceitual é um problema (inconsistência) apresentado por alguma teoria. 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, ainda que os problemas conceituais não tenham encontrado lugar nos principais modelos epistemológicos. 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.

Internos: associados a ambigüidades ou circularidades no seio da teoria, que normalmente exigem um melhor esclarecimento da teoria;

Externos: são de três tipos:

- tensões ou conflitos entre teorias rivais.

- inaceitabilidade conjunta de teorias, ou seja, duas teorias explicando de diferentes formas o mesmo fenômeno acaba tornando uma delas mais plausível ou, pelo menos, uma delas acaba influenciando a outra.

- quando surge uma teoria (T) que reforça outra (T'), se a teoria T não implica T' por completo ocorre um problema conceitual.

Existem 3 classes de dificuldades que *geram* problemas conceituais:

Dificuldades Intra-científicas: tensões entre teorias, ou seja, se existem duas teorias inconsistentes, pelo menos uma delas acaba sendo abandonada, mas não simplesmente abandonada, porque todas as teorias se apóiam em teorias de outros domínios, logo, surge a necessidade de desenvolver teoria alternativa àquela que foi rejeitada. Na verdade problemas conceituais entre duas teorias suscitam dúvidas a respeito das duas.

Dificuldades Normativas: são tensões entre a metodologia vigente e as teorias científicas (ex: o indutivismo na época de Newton era inconsistente com as teorias de base racional)

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

Dificuldades relativas à Visão de Mundo: (crenças científicas x crenças não científicas) são incompatibilidades das teorias com crenças amplamente aceitas e que vão além dos domínios da ciência (metafísica, lógica, ética, etc.). Essas controvérsias têm tido importância no curso histórico das doutrinas e às vezes geram problemas conceituais como é caso da teologia x programa científico newtoniano.

Com relação à evolução das teorias científicas Laudan concorda com Kuhn, a quem atribui o mérito de ter sido o primeiro pensador a reconhecer com clareza que as macroteorias (paradigmas) têm funções cognitivas e heurísticas diferentes das microteorias (teorias específicas); que as teorias globais ou paradigmas persistem ainda que existam anomalias e que o caráter da ciência é não cumulativo.

Porém, a principal divergência entre eles se refere à coexistência de teorias (ou paradigmas) rivais sem que nenhuma exerça supremacia sobre a outra,

defendida por Laudan, além da falta de reconhecimento da importante função dos problemas conceituais na teoria de Kuhn. Embora conceba que se usam critérios racionais para eleger um paradigma, Laudan adverte que esses critérios são positivistas tradicionais (exemplo de pergunta positivista: explica a teoria mais fatos que sua antecessora?), ou seja, nunca faz conexão do progresso científico com os problemas conceituais.

Relativamente aos “programas de pesquisa” de Lakatos, entende Laudan que representam uma inegável melhora em relação a Kuhn, pois admitem a importância histórica da coexistência de programas de investigação alternativos dentro do mesmo domínio de conhecimento. Enquanto Kuhn sustenta que os paradigmas são incomensuráveis Lakatos insiste que se pode comparar objetivamente o progresso relativo de programas de pesquisa rivais.

Porém, no entender de Laudan, também Lakatos permanece com seus programas de investigação numa concepção de progresso exclusivamente empírica, ou seja, todas as medidas de progresso requerem uma comparação de conteúdo empírico de cada membro da série de teorias que constituem o programa, e esta comparação é uma questão muito problemática, se não impossível. Ainda que fosse possível, insiste Laudan, inferir que um programa de investigação é mais progressivo que outro, não seria possível deduzir da teoria de Lakatos qual deles deveria ser adotado ou preferido porque não há uma conexão entre a teoria do progresso e uma teoria de aceitabilidade racional.

Laudan propõe um modelo alternativo para a evolução ou progresso científico: a *tradição 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.”²¹

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.

²¹ Ibid., p. 116.

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.

A conexão entre as tradições de investigação e as teorias (entendidas como o conjunto de leis concretas e corroboradas empiricamente acerca da natureza) é muito mais uma questão histórica e conceitual. Não é uma relação de implicação.

“... as tradições de investigação podem justificar muitas das afirmações que fazem as teorias; podem servir para declarar inadmissíveis certas teorias porque são incompatíveis com a tradição de investigação; podem influir no reconhecimento e evolução dos problemas empíricos e conceituais de suas teorias componentes, e podem proporcionar diretrizes heurísticas para a criação ou modificação de teorias específicas.”²²

Em desacordo com Lakatos e Kuhn, que sustentam que os programas de pesquisa (ou paradigmas) possuem um núcleo rígido, Laudan mostra 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*.

Ele afirma que, com freqüência, 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.

Concorda que certos elementos da tradição de investigação são sagrados mas que o conjunto dessa classe de elementos (os que não podem ser abandonados) mudam ao longo do tempo assim como é possível que uma tradição de investigação de muito êxito forje uma nova visão de mundo que se concilia com as tradições científicas de investigação.

²² Ibid., p. 130/131.

Desde o século XVII, as tradições de investigação dominantes nas ciências físicas têm pressuposto que as mudanças físicas estão submetidas a leis naturais invariáveis (sejam elas estatísticas ou não estatísticas). Dadas certas condições iniciais, se seguirão inevitavelmente determinadas conseqüências. Falando com rigor, esta afirmação deveria ser tão certa referente ao homem e aos animais, como é com respeito às estrelas, planetas e moléculas.

Praticamente todas as nossas instituições sociais, a maior parte da nossa teoria social e política, e o grosso da nossa filosofia moral, se baseiam todavia em uma visão de mundo aparentemente incompatível com um universo governado por leis.²³

Assim, Laudan deixa claro que não é possível construir uma filosofia da compreensão humana baseada em princípios fixos e imutáveis. A filosofia assim como as leis naturais e as próprias tradições de investigação vão, de forma lenta e progressiva, mudando com o tempo, pois são parte de um processo histórico e cultural.

Essa questão será retomada adiante, com Toulmin, que também defende esse ponto de vista.

Entendemos que uma contribuição importante de Laudan é a 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.

²³ Ibid., p. 140.

8. TOULMIN

Numa das abordagens mais complexas vistas até aqui, afirma Stephen Toulmin (1922) que *“o homem conhece e também é consciente de que conhece”* em conseqüência 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.

Ele entende que a questão da compreensão humana é interdisciplinar e devem ser eliminadas as fronteiras, típicas da nossa época, entre as várias disciplinas acadêmicas como filosofia, psicologia e neurofisiologia, sociologia entre outras, para permitir uma frutífera discussão.

Toulmin acredita que cada área de estudos tem hoje suas próprias terminologias, mas que sobrevivem as grandes questões que têm acompanhado o homem na sua história evolutiva: Que classes de coisas conhecemos? Como adquirimos o conhecimento? Em termos de que conceitos se estrutura o conhecimento? Em que medida derivam esses conceitos da nossa experiência sensorial? Pessoas de diferentes conceitos e línguas vêem o mundo diferentemente?

No campo da teoria do conhecimento ele diz que, ainda hoje, sofremos as influências das questões descendentes daquelas de Descartes e Locke, do século XVII, num contexto intelectual já esquecido e superado, que entendia a natureza e o mundo como governados por leis fixas e imutáveis; que via a matéria como algo inerte; que estava preso a uma tradição bíblica aonde o mundo era estável a partir da Criação que teria ocorrido há apenas alguns milhares anos, ao invés de um contínuo fluir através de milhões de anos como o aceitamos hoje.

Em suma, via-se a Física como um conjunto de leis fixas do movimento e a epistemologia do entendimento como um conjunto de princípios também fixos e universais.

A imutabilidade da natureza incluía o corpo e o cérebro humanos que somada à crença de que a matéria era inerte resultava uma separação entre Mente e Matéria, Ou seja, as funções mentais e as estruturas materiais eram incomensuráveis. Não era possível admitir que o sistema nervoso, que era essencialmente material, fosse capaz de funções mentais ou racionais.

Além desse modelo cartesiano (o homem é uma máquina) havia o ideal euclidiano da certeza matemática. O verdadeiro conhecimento deve estar embasado na certeza matemática.

Assim a crença em princípios fixos e imutáveis para o conhecimento humano, num mundo aonde a Mente e a Matéria, o Cérebro e a Consciência eram separados, aliada ao ideal euclidiano do conhecimento são proposições que têm sobrevivido, têm conservado sua influência na filosofia, até mesmo por falta de proposições alternativas. Como consequência dessa influência a teoria do conhecimento teve seus laços cortados, no século XX, com os procedimentos científicos e históricos através dos quais nosso conhecimento se amplia.

Entretanto, não é isso que ocorre nas ciências naturais e humanas aonde tal posição mudou drasticamente; romperam-se há muito tempo os laços com a teologia; transformaram-se em variáveis históricas as leis invariantes e todos os aspectos da natureza têm sido considerados como um processo em evolução.

Portanto, para que uma teoria do conhecimento acompanhe a ciência não pode estar baseada em princípios fixos e imutáveis mas sim na interação entre o homem atual, seus conceitos e o mundo em que vive.

Isso representa forjar problemas da nossa própria época, dentro das nossas crenças, nossas idéias sobre a natureza e significa também reabrir as portas entre a filosofia formal e as disciplinas mais concretas, em pleno acordo com Larry Laudan que entende a ciência como uma atividade de resolução de problemas (empíricos e conceituais) e que os problemas de uma dada época podem não ser importantes para gerações futuras.

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

Toulmin adverte que é preciso compreender que os conceitos são compartilhados coletivamente enquanto os pensamentos e crenças são individuais. Com relação aos termos “conceito” e “estrutura conceitual” ele diz que são

amplamente utilizados desde a modelagem dos pensamentos de pensadores individuais até os complexos sistemas conceituais coletivos de comunidades, embora nunca tenham sido devidamente definidos.

Os conceitos exercem autoridade intelectual sobre os pensadores individuais à semelhança da autoridade que nossas regras e costumes morais, nossas leis e instituições coletivas exercem sobre os indivíduos. Em outras palavras, o exercício de direitos individuais pressupõe a existência da sociedade assim como a articulação de pensamentos individuais pressupõe a existência da linguagem dentro do marco de conceitos compartilhados.

“As inovações conceituais do físico individual (por exemplo) são julgadas em relação às idéias comuns que compartilha com o restante dos seus colegas; e pensa criadoramente quando dá a sua contribuição para a melhoria desta «física» coletiva.”²⁴

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.

Assim, uma teoria epistemológica deve trazer relativamente aos conceitos duas dimensões: **a individual e a coletiva**. Na dimensão coletiva, ele entende que adquirimos a linguagem e os pensamentos conceituais no curso da nossa educação e aculturação, e que acabam sendo o reflexo do pensamento e da compreensão da sociedade onde cada indivíduo está inserido. Em outras palavras, as faculdades conceituais que o adulto exerce são primeiramente aquelas herdadas e que, através de nossas capacidades podemos melhorar, inovar e com o tempo modificar tais sistemas de conceitos.

Ainda na dimensão coletiva, Toulmin identifica uma tradição dominante em filosofia baseada em leis e princípios sociais fixos válidos para todos os homens e culturas conhecidas na Europa até o século XVIII e que se converteu num autoritarismo intelectual.

Somente com a circunavegação abriu-se o espectro da variabilidade humana (culturas, costumes, idéias morais aceitas, etc) e essa situação conduziu a um relativismo ético no pensamento europeu. A partir de 1900, se tornou evidente que

²⁴ STEPHEN TOULMIN, La Comprensión Humana, p. 50

os **juízos e conceitos intelectuais se expõem à variabilidade**, ou relatividade histórico-cultural, de forma semelhante às práticas e crenças morais e instituições sociais. Nessa direção também se incluem as ciências físicas.

No dizer de Toulmin:

“Os conceitos que emprega um homem, 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.”

Cabe, talvez uma nova reflexão nos dias atuais. Qual o papel da globalização e da Internet nesse processo?

O problema do século XX, de reconhecer a imparcialidade racional e a diversidade de modos de pensamentos dos homens, coloca em evidência dois enfoques polarizados dos filósofos: o primeiro, negar a história e, o segundo, curvar-se a ela. Ou seja, o dilema entre o absolutista e o relativista.

Nesses termos, Toulmin faz uma análise das idéias de Gottlob Frege (absolutista: a razão é por natureza igual para todos os homens) e de R.G. Collingwood (relativista: padrões racionais dependem do contexto histórico) e afirma que ambos dão respostas incompatíveis a uma questão que aceitam como válida, ou seja, a autoridade racional dos sistemas conceituais.

A análise dos conceitos numéricos deve usar somente os instrumentos da lógica. Exige a construção e interpretação de uma rigorosa rede de definições e relações formais. Esta foi a base de um modelo de lógica filosófica, ou modelo intelectual único para todos os homens, desenvolvido a partir de 1890 por Frege e pelo Círculo de Viena e que se estendeu por meio século de investigação sobre a filosofia da ciência. Nesta ótica, os conceitos e proposições são entidades ideais, atemporais e são captados pelas palavras e orações empregadas em um ou outro momento da história, cujo verdadeiro caráter só poderia ser evidenciado em termos lógicos. Esse projeto tinha o objetivo filosófico de integrar todo o corpo do conhecimento científico positivo e ficou conhecido nas décadas de 1920 e 1930 como Ciência Unificada, ou seja, toda a ciência natural baseada num único sistema

lógico. Isso representava também uma matematização da filosofia que encontrou dificuldades práticas.

A questão estava na fé platônica tradicional nas virtudes especiais das relações lógicas e na sistematicidade lógica, que encontram justificação, é verdade, na matemática pura, mas que não está garantido em todos os outros campos da atividade intelectual porque, fora da matemática e da lógica, não é possível ignorar as complexidades históricas e antropológicas.

Tanto o programa de Frege que se baseia na análise formal de ‘conceitos puros’ quanto Collingwood que substitui a metafísica tradicional por uma análise histórica de proposições apresentam dificuldades num ponto comum que é o da mudança conceitual. Não apresentam ferramentas para explicar as considerações que justificam a mudança conceitual.

Permanece a questão não respondida: “*Em que gênero de ocasiões e por que processos e procedimentos os conceitos fundamentais ou constelações de pressuposições característicos dos modos de pensamento correntes em uma geração humana são desacreditados e são abandonados em favor de outros conceitos ou pressuposições?*”²⁵

Uma **mudança conceitual** é certamente uma mudança muito mais profunda do que simplesmente uma ‘mudança de moda’ e, no dizer de Collingwood, pode estar associada a tensões (a exemplo das tensões sociais) às quais estão sujeitas as estruturas das pressuposições de qualquer sociedade: é uma modificação inconsciente.

Toulmin não acha coerente tal resposta, pois não esclarece se as mudanças conceituais ocorrem em termos racionais (argumentos, justificações, etc.) ou causais (causas, compulsões, forças, etc.).

Ele entende que pode haver uma posição intermediária entre a abstração não histórica de Frege e o relativismo total no qual se admitiria mudanças descontínuas no conteúdo intelectual das disciplinas e aonde famílias de conceitos fossem substituídas por outras rivais, mas que a nível metodológico haveria uma continuidade de tal forma a permitir alguns princípios teóricos (por exemplo: métodos racionais, procedimentos de seleção e seus critérios de adequação).

²⁵ Ibid., p. 87.

“Newton, Kant e Einstein talvez tenham organizado suas explicações respectivas em torno de diferentes princípios teóricos, mas, sem dúvida, a física em seu conjunto se desenvolveu de maneira contínua no período que vai de 1680 a 1910. Quer dizer, os três participaram num único e contínuo debate racional...”²⁶

Assim, não se sustenta a posição de Collingwood de que cada diferente época organiza seu pensamento em torno de um conjunto de pressuposições distintas e autônomas.

Como já referido, ambos os enfoques, o absolutista e o relativista, compartilham a questão comum que se refere a autoridade racional dos sistemas conceituais. Embora ambos tenham suas virtudes apresentam a dificuldade comum, pois não abordam a mudança conceitual *justamente porque ambos subscrevem o culto filosófico da sistematicidade, isto é, a crença de que os conceitos devem formar ‘sistemas lógicos’ (igualam o racional com o lógico).*

Para Toulmin, é preciso afastar a adesão à sistematicidade lógica. **É um erro identificar a racionalidade com a logicidade.** A racionalidade está associada às **condições e maneiras em que o homem 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.**

A exemplo da relatividade na Física que se propõe a criar procedimentos para fazer comparações físicas entre diferentes sistemas de referência sem cair no relativismo total, também a filosofia deve ser capaz de comparações racionais entre diferentes contextos, ainda que os conceitos e juízos sejam relativos aos problemas dos meios correspondentes.

Ele cita também o exemplo do Direito em que a racionalidade é um processo histórico através do qual conceitos legais surgem, se desenvolvem e são abandonados com o tempo através da replicação e da extensão de precedentes a novas situações.

²⁶ Ibid., p. 91

Sustenta que a argumentação racional dos homens segue o mesmo caminho, ou seja, os homens de mente despojada têm qualificação para atuar como juízes ou jurados e em diferentes culturas e épocas operam com diferentes métodos ou princípios.

Toulmin, vislumbra, assim, a esperança de identificar uma certa “racionalidade” nas mudanças conceituais, no processo de introdução e desenvolvimento histórico de novos conceitos abandonando o pressuposto de que a compreensão humana opere 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. É uma ruptura com relação à tradição do ‘método crítico’ e das ‘formas invariáveis da razão’ de Kant, com a psicologia de Piaget e outros.

Assim como a Física após Galileu precisou explicar o movimento e o repouso nos mesmos termos, também uma teoria epistêmica adequada deve explicar a estabilidade conceitual e a mudança conceitual nos mesmos termos.

Nesse ponto a explicação de Toulmin recorre à argumentação de Kuhn, quando este se baseia na distinção entre *“fases históricas de dois tipos contrapostos, as quais se chama, respectivamente, ‘normais’ e ‘revolucionárias’”*. Na opinião de Toulmin, Kuhn responde às questões levantadas por Collingwood e que ficaram sem respostas.

Resumidamente, o que ambos dizem é que num determinado meio ou contexto os homens compartilham um conjunto de pressupostos e operam dentro de um sistema conceitual comum. Os seus desacordos são discutidos em termos racionais dentro de um vocabulário comum. Nos momentos de transição de uma época intelectual para outra, as tensões dentro do sistema se tornam insuperáveis e precisam ser eliminadas. Coloca-se, então, em cheque os próprios pressupostos até que uma nova constelação de pressupostos ou paradigma estabeleça sua autoridade eliminando as tensões.

Em geral, o produto da crise é a 'revolução' científica, ou a substituição de um paradigma por outro, que representa uma mudança absoluta e completa do pensamento e do vocabulário, de tal forma que o novo e o velho não podem ser comparados, ou seja, seus méritos não podem ser discutidos ou justificados em termos racionais. Essa transferência de autoridade dos paradigmas ocorre nas fronteiras da racionalidade.

Toulmin coloca em dúvida se os físicos aderidos a diferentes paradigmas nas revoluções citadas por Kuhn, como a copernicana e a einsteiniana, tivessem chegado realmente a um estado de completa incompreensão ou falta de linguagem comum para o debate teórico. Afirma que os físicos dessas épocas não deixaram testemunhos disso.

Neste ponto, embora Toulmin esteja correto com relação aos fatos parecidos um exagero fazer tal exigência. Ele mesmo começa o Cap. I de sua obra dizendo que às vezes grandes transformações da humanidade são imperceptíveis à época em que ocorrem e somente são identificadas retrospectivamente. Então, por que exige que os físicos envolvidos nas revoluções científicas teorizadas por Kuhn tivessem necessariamente que se aperceber disso a tal ponto de deixar testemunhos?

Ele faz uma exaustiva crítica à obra de Kuhn para mostrar que a ciência não avança através de revoluções científicas esporádicas, que os cientistas não aderem aos paradigmas por questões dogmáticas e que a distinção original feita por Kuhn entre a mudança conceitual 'normal' e 'revolucionária' perde esse caráter quando Kuhn reinterpreta sua teoria para responder às críticas. Assim procedendo, Kuhn substitui a idéia de 'revolução' drástica, que estava no coração da sua teoria, pela idéia de que a ciência é uma interminável seqüência de revoluções menores, mesmo na época de ciência normal, perdendo assim o seu caráter explicativo original e tornando-se ambígua.

Todavia, concorda com Kuhn na crítica à lógica indutivista, pois entende que ela não pode abarcar transformações teóricas profundas como a copernicana e a einsteiniana. Também atribui a Kuhn o mérito de ter mostrado com sua obra que o desenvolvimento conceitual deve relacionar a história das idéias com a história dos homens que as conceberam. Dessa forma entende que Kuhn restabelece os vínculos entre a mudança conceitual e o contexto sócio-histórico e cultural.

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

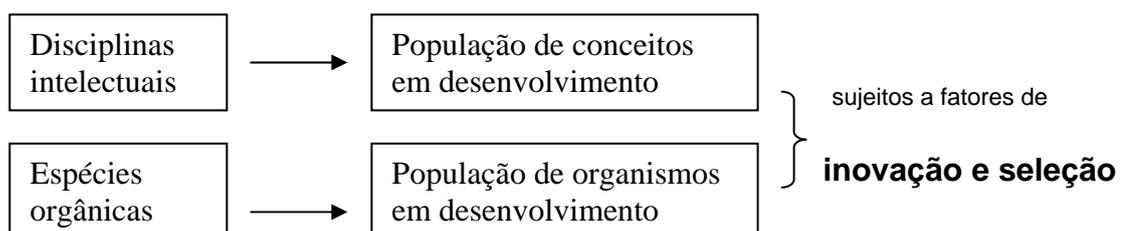
O desenvolvimento dos conceitos coletivos é examinado sob dois aspectos: a **inovação** (fatores que levam a tradição intelectual a avançar) e a **seleção** (fatores que levam a tradição intelectual coletiva a aceitar algumas inovações). Isso equivale a dizer que podemos compreender o **desenvolvimento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

Toulmin entende que em geral os defensores de diferentes paradigmas compartilham *princípios disciplinares* comuns que garantem a discussão científica evitando a incompreensão. Tais princípios conferem unidade e continuidade a uma ciência definindo os seus objetivos intelectuais.

Existe uma importante distinção entre a 'logicidade' dos sistemas proposicionais (válidos na matemática pura) e a 'racionalidade' das mudanças conceituais nas ciências da natureza já que o conteúdo intelectual de toda uma ciência não possui estrutura única, mas, ao contrário, abarca muitas teorias e sistemas conceituais coexistentes e logicamente independentes.

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

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



Assim, as atividades científicas dos homens dividem-se em **disciplinas** que reúnem em torno de si grupos de cientistas profissionais unidos pelo objeto de estudo, pelos métodos e objetivos que caracterizam as disciplinas e pelos ideais e ambições explicativas.

Os cientistas e conseqüentemente as disciplinas passam por um processo gradual e permanente pelo qual os seus modos teóricos ou conceitos vão se transformando num modo evolutivo, e não como entes eternos e imutáveis.

A contínua emergência de inovações intelectuais é equilibrada por um processo de seleção crítica e este processo é dual pois, de um lado, garante a continuidade das disciplinas e em certas condições transforma-as em algo novo e, de outro, favorece a mudança conceitual.

Toulmin, como já referido, alinha-se aos demais filósofos do século XX rechaçando 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.

Nessa linha, é possível compreender que os trabalhos de Buridán, Galileu, Maxwell e Feynman são contribuições sucessivas de uma mesma física não permanente e imutável, mas que tem conservado uma característica unidade e continuidade apesar das mudanças pelas quais tem passado.

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 homens se dividem em diferentes disciplinas e profissões.

Aquilo que identifica uma disciplina não são os homens que nela trabalham ao longo do tempo, nem suas idéias, as equações e/ou os principais conceitos, que podem mudar totalmente de uma geração para outra, mas sim os **problemas** com que gerações sucessivas se enfrentam e concentram seu trabalho numa seqüência dialética, “seus problemas se fazem vinculados numa árvore genealógica contínua”.

Os problemas surgem quando nossas idéias sobre o mundo estão em conflito com a natureza (com a experiência) ou entre si, ou seja, quando nossas idéias ficam atrás de nossos ideais explicativos.

Para compreender as mudanças conceituais é preciso observar as exigências locais e imediatas de cada situação intelectual e as vantagens ligadas a cada novidade conceitual.

O conteúdo de uma ciência (conjunto dos conceitos representativos) se transmite através das gerações pelo processo de aculturação. Técnicas, procedimentos e habilidades intelectuais são aprendidos. De nada valem palavras e equações se não aprendemos a aplicá-las a casos reais. São os procedimentos e as técnicas que definem o conjunto de conceitos transmissíveis em uma ciência, além de aprendermos a criticá-los com o objetivo de melhorá-los ou transformá-los..

Concordamos plenamente com Toulmin quando diz 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 assim provocar o avanço da ciência.

Então, as disciplinas científicas podem ser entendidas como empreendimentos racionais em desenvolvimento histórico, dedicadas a melhorar nossas explicações dos fenômenos e obrigadas a sua própria transformação, à autocrítica ao invés de um sistema de proposições logicamente estruturado como se pensava.

Na ciência como na política, cada novo conceito que aparece está associado ao reconhecimento de novos problemas e aos procedimentos para abordá-los. As mudanças necessárias para aplicação desses novos conceitos levam-nos a um refinamento progressivo.

A diferença entre os ideais explicativos de uma ciência e a realidade explicativa mostra quanto ainda temos para percorrer. Entendidos, os ideais explicativos, como sendo as esperanças logicamente coerentes dos cientistas além das suas expectativas sobre a disciplina. Em conjunto, os ideais e as expectativas dos cientistas definem os objetivos e problemas atuais de uma disciplina.

Toda disciplina aspira explicar mais fenômenos do que tem condições de abarcar e de melhorar a organização das explicações existentes, já que sempre há problemas conceituais não resolvidos.

Neste ponto, Toulmin também faz, como Laudan, uma diferenciação entre problemas empíricos e conceituais, embora não explore tão profundamente essa questão. Exemplo de problemas conceituais: quando os cientistas desejam explicações mais completas e mais precisas de um fenômeno precisam refinar os procedimentos originais ou elaborar conceitos e teorias totalmente novas. Cita, além dos problemas conceituais internos, os externos que são os conflitos entre teorias e/ou procedimentos.

Entende que o enfrentamento desses **problemas** gera **mudanças conceituais** que podem ser caracterizados em termos da **solução de problemas**. Nesse processo pode ocorrer uma das duas alternativas: são propostas novidades conceituais que podem levar a mudanças conceituais radicais ou os conceitos são mantidos intactos e ocorre um refinamento da teoria.

Como o surgimento de idéias novas é um processo permanente, a tendência é que os conceitos científicos vão variando em seus diferentes aspectos independentemente e em diferentes ocasiões.

Num sistema de proposições estático e imutável é possível distinguir as proposições empíricas das lógicas ou formais. Entretanto, no âmbito da empresa científica em desenvolvimento histórico os conceitos podem ser mostrados sem tal separação, aparecem dentro dos procedimentos explicativos ou argumentos, na resolução de problemas conceituais, combinando aspectos empíricos e formais.

Toulmin afirma o **cientista natural mostra sua racionalidade** quando se mostra disposto a abandonar um sistema universal de pensamento que possui autoridade exclusiva e se **dispõe a revisar seus conceitos e teorias** à medida que se aprofunda progressivamente na experiência do mundo.

O desenvolvimento histórico das disciplinas pressupõe a existência de conceitos bem estabelecidos que formam a base sobre a qual se discutem os problemas não resolvidos, oportunidade em que são introduzidas inovações em alguns conceitos ativamente questionáveis.

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 condição** para a disponibilidade de **variantes conceituais** assim como para o desenvolvimento sério e metódico dos ideais de uma disciplina. **É preciso que ela esteja organizada profissionalmente.**

Toulmin chama atenção para o fato de a atividade científica no sentido puro do exercício da própria curiosidade sobre o mundo natural a par de trazer satisfação intelectual para os cientistas não lhes permite ganhar a vida. Por isso a ciência natural tem sido ao longo dos séculos financeiramente dependente de outras atividades profissionais e instituições sociais, exceção feita ao século XX.

Por sua vez, as instituições sociais, como amplamente exemplificado por Toulmin, criam ou inibem as oportunidades para a investigação e a inovação científica nas diferentes ciências.

Em muitas civilizações (na China, por exemplo) o conservadorismo social alimentou o conservadorismo ideológico que impediu o florescimento das instituições necessárias para o desenvolvimento efetivo das ciências permanecendo estas estagnadas; enquanto em outras (os gregos, por exemplo) iniciaram-se as tradições conceituais e também as institucionais que permitiram o desenvolvimento das disciplinas científicas que influenciaram toda a Europa Ocidental. Não sem resistências, entretanto, por parte da Igreja e do Estado que raramente permitem que os homens investiguem as suas heranças conceituais com total liberdade crítica, pelo temor ideológico de colocar em perigo a sua estabilidade.

Esses fatores intelectuais e sociais têm funcionado como **filtros** para a mudança conceitual.

Também há a questão da eleição conceitual dos cientistas que nas palavras de Toulmin:

“Se o desenvolvimento das ciências naturais, no final de contas tivesse consistido da aplicação de princípios fixos e universais da compreensão humana, poderíamos haver proposto indefinidamente essas questões humanas adicionais. Porque neste caso haveria sido possível formular critérios permanentes e sem ambigüidades da eleição científica que haveriam sido os mesmos para todas as situações históricas e culturais; e todas as questões a cerca de “quem”, “onde” e “quando”, em princípio haveriam sido

desnecessárias. As únicas questões humanas haveriam sido, então, questões a cerca da fragilidade humana: se um grupo particular de cientistas aplicou, de fato, corretamente estes critérios universais e, se não, o que os fez extraviar-se. Posto que não há nenhuma base geral para crer em tais critérios universais, mas sim há muitas provas de que nossos critérios de eleição intelectual são significativamente variáveis...²⁷

Assim, as questões científicas se relacionam com as pessoas, cujos conceitos, teorias e idéias explicativas estão em permanente discussão.

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

As profissões científicas assim como as disciplinas científicas são entes que variam historicamente e que apesar disso apresentam unidade e continuidade reconhecíveis.

Toulmin chama atenção, com o que concordamos, que se fazemos um paralelo entre disciplinas e profissões científicas verificamos que na ciência, assim como em qualquer esfera da vida humana, alguns homens são mais iguais, isto é, adquirem maior influência e o direito de falar em nome da disciplina. E sempre que surge um novo conceito ou uma nova idéia somente se tornará uma possibilidade se adquirir a adesão dos membros influentes da profissão correspondente, caso contrário estará condenada à desaparecer.

Também na ciência, embora apresente uma imagem pública impecável, “o poder segue sendo o poder” e a “instituição segue sendo a instituição”, ou seja, os homens e as instituições exercem um poder e uma influência tão reais quanto na política ou na vida cotidiana.

Racionalidade, no sentido que Toulmin emprega, nada tem a ver com sistematicidade lógica, mas com a maneira como os cientistas realizam a mudança conceitual. Para ele, tanto Popper quanto Kuhn e Lakatos apenas procuraram estender a noção de racionalidade para além do âmbito lógico formal, que é para

²⁷ Ibid., p. 267/268.

eles a principal função da ciência, com o objetivo de explicar também situações que envolviam mudança conceitual.

Toulmin, entretanto, defende uma posição diametralmente oposta na qual o enfoque principal da ciência está nos conceitos (átomos do conhecimento) e na mudança conceitual. Neste enfoque a racionalidade está associada com os 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. Ou seja, a maneira como os cientistas modificam suas posições intelectuais frente a experiências novas e imprevistas não ocorre em termos de coerência lógica e quase matemática dos conceitos e das suas crenças.

Aqui Toulmin concorda com Maturana, que será discutido mais adiante, no sentido de que julgamos nossos conceitos com base na nossa humanidade comum.

“As pautas culturais e as formas de vida de outros povos são acessíveis à nossa compreensão naqueles aspectos e na medida em que representam maneiras alternativas de fazer frente a problemas e necessidades humanas compartilhadas.”²⁸

Significa dizer que a compreensão humana é para Toulmin, com o que estamos de acordo, um processo muito abrangente resultado da interação entre o homem, sua época, seus conceitos, seus valores, suas crenças e o mundo aonde vive.

²⁸ Ibid., p. 494

9. MATURANA

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

Ele propõe que existem **dois caminhos explicativos distintos**: a **objetividade** que ele denomina **sem parênteses** pressupõe que exista uma realidade independente do observador, que adota reflexões e métodos universais, válidos para todos os homens em qualquer lugar sem levar em conta a emoção. Como essa realidade é única, vale a noção de universo e universalidade. Entende que não é assim que o homem conhece.

A **objetividade (entre parênteses)** leva em conta a emoção e o domínio de ação de cada pessoa, ou seja, toma a experiência do homem 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 filosofia 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 simultaneamente a quatro (4) Critérios de Validação das Explicações Científicas, que são: 1- **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- **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 (a observação não é livre de preconceitos, em concordância com Popper, Kuhn e Lakatos); 3- **dedução** a partir da operação de tal mecanismo

gerativo e das coerências operacionais no âmbito da experiência do observador; 4 - **realização da experiência;**

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.

O ser humano, como ser vivo, é um ser social.

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*.

Nessa interação, tanto o organismo quanto o meio vão mudando juntos; vão produzindo uma história de mudança estrutural do organismo e uma história de mudança estrutural do meio, e são histórias congruentes que produzem um curso aonde, 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

Estabelece-se um domínio de comportamentos consensuais que decorrem das interações recorrentes. 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 o homem dos outros animais que são as interações recorrentes: a convivência em grupos, o compartilhar e o colher alimentos. 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.**

Entendemos válida essa posição, pois, ainda hoje, podemos observar tal condição biológica do homem como ser coletor de alimentos, que compartilha, que convive em grupos; basta para isso vermos o sucesso, em vários lugares do mundo, das festas de colheita e/ou ligadas às atividades primárias (festa da uva, do morango, do peão, etc) associadas, é claro, aos interesses econômicos e comerciais. Ou invertendo, quem sabe o poderio econômico, comercial e industrial explora conscientemente essa condição biológica?

É na conversação, na linguagem que surgem os objetos porque a sua existência é trazida à mão pelo observador. A experiência nos acontece e em seguida procuramos **explicar** o que fazemos. Tendo como base a convivência que tem por trás de si a emoção (o amor), que torna possível o fenômeno da interação recorrente.

No ensino, adverte Maturana, é preciso mostrar aos jovens que existem muitos domínios de realidades (a física, a biologia, o xadrez, etc.) e que, se queremos compreender um domínio de realidade precisamos dominar o seu conjunto de coerências operacionais. Em outras palavras, se queremos saber bem sobre um campo da física precisamos aprender, por exemplo, a fazer medições de tempo, massa, força, etc e depois combiná-las.

Não devemos evocar o discurso teórico e desvalorizar o discurso prático ou vice-versa, pois ambos são necessários na aprendizagem. Aprender é ir mudando com os dois.

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.”²⁹

Freqüentemente ciência é associada a um método científico que pressupõe a existência de uma realidade independente do observador e cuja validade das explicações se baseia na conexão com tal realidade objetiva.

Contrariamente a essa visão, Maturana entende a ciência como um domínio cognitivo gerado na atividade humana, relacionada ao que fazemos e vivemos na vida cotidiana, como observadores explicando o que observamos.

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.

Acreditamos que as idéias de Maturana complementam as idéias de Toulmin no que se refere à compreensão humana, uma vez que Toulmin entende que ela se dá via uso coletivo de conceitos e via mudança conceitual que ocorre através da racionalidade. E a racionalidade é entendida como os procedimentos realizados pelo homem (cientista) para realizar a mudança conceitual e que envolve variáveis intelectuais, sociais, culturais e históricas. Talvez fique mais completo falar que tais procedimentos que Toulmin refere para alargar o conceito de racionalidade, envolvem inclusive o emocional. É preciso, concordamos com Maturana, atentar para a emoção que define o domínio de ações aonde acontece uma atividade humana para que possamos compreendê-la.

²⁹ HUMBERTO MATURANA, *Ciência, Cognição e Vida Cotidiana*, p. 123.

Isso faz sentido se entendermos a mudança conceitual como um processo associado ao domínio de ações, que tem por trás de si uma emoção (Maturana) e que permite um olhar diferenciado para o fenômeno, atribuindo-lhe um novo raciocínio, um novo enfoque, uma mudança conceitual, enfim.

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 homem 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.

Maturana 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 homem 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 freqüente 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.

10. 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 “anarquismo epistemológico” como oposição a um princípio único, absoluto, fechado para as opções, contrário a tradições rígidas que pretendem padrões universais de validade. Difere, 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, 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 idéias novas e antigas. Observa que, em geral, o cientista tenta aperfeiçoar as idéias que vão sendo vencidas ao invés de afastá-las. O conhecimento produzido assim não é uma série de teorias coerentes que convergem para uma teoria ideal, mas sim um oceano de alternativas mutuamente incompatíveis.

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, são de difícil verificação.

Assim, entende que o homem não pode conhecer o mundo a partir de dentro dele (mundo), 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 leva o homem a introduzir hipóteses incompatíveis com as teorias bem aceitas criticando 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 talvez nunca tenha sido formulado esse princípio, acredita ele, está claramente presente em todas as investigações e testes, na medida em que normalmente uma única teoria é confrontada com os fatos. Contestando esse ponto de vista, entende que a relevância e o caráter refutador de experimentos críticos só podem ser verificados com o auxílio de teorias alternativas àquelas 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 verem descobertos com o auxílio de tais alternativas.*³⁰

Como conseqüência, suspeita que teorias assim concebidas se transformam em rígidas ideologias cujo êxito é artificial porque não se especificam fatos que se constituem em testes ou porque alguns desses fatos são afastados. Em suma, a “*condição de coerência*” leva a uma uniformidade de opinião (negando a necessária variedade de opiniões) que destrói o poder de imaginação e dá forças a um *conformismo sombrio e fala em educar*.

O cientista precisa adotar métodos pluralistas, comparar as teorias com outras teorias, aperfeiçoar alternativas ao invés de afastá-las, para manter 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 possua. ...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”*³¹

Salienta que há pelo menos dois níveis de discordâncias entre teorias e fatos: a numérica e a qualitativa. O valor numérico que se obtém freqüentemente 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

³⁰ PAUL FEYERABEND, *Contra o Método*, p. 55

³¹ *Ibid.*, p. 71.

com *aproximações ad hoc* . Essas aproximações escondem ou eliminam as dificuldades qualitativas e criam a falsa impressão de que a ciência é perfeita.

Afirma Fayerabend que a exigência de somente admitir teorias que decorram 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*. Entende que o material de que o cientista dispõe (leis, resultados experimentais, técnicas matemáticas, preconceitos epistemológicos) é de certa forma, indeterminado, ambíguo, contaminado por princípios que o cientista desconhece, e se conhecidos, difíceis de testar. Assim, a evidência não pode ser árbitro das nossas teorias porque ela não apenas descreve um certo estado de coisas mas carrega consigo concepções subjetivas, míticas sobre o mesmo estado de coisas. Nem mesmo *o mais cuidadoso exame que se faça de um enunciado de observação chega a interferir com os conceitos que expressam ou com a estrutura da imagem sensorial*³².

“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.” (op. cit., p.99).

Cita o exemplo do movimento da pedra no argumento da torre, 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.

Neste ponto Fayerabend concorda com Lakatos – em oposição a Popper - entendendo que ele introduz a idéia de que hipóteses *ad hoc* não são desprezíveis e estão presentes no corpo da ciência. Discorda, entretanto, da tentativa de Lakatos em buscar a lei e a ordem na ciência.

Acredita que Galileu desenvolveu uma idéia clara de movimento permanente, sem ímpeto, à medida que ele foi aceitando a concepção de Copérnico, e o fez para

³² Ibid., p. 90.

tornar o movimento de queda livre compatível com a rotação da terra e assim escapar das dificuldades do argumento da torre. Subjacente há também uma mudança de metodologia – interesse no como e não no porque. Assim, Galileu valeu-se de hipótese *ad hoc* no sentido de descobrir uma nova interpretação para o fenômeno da queda livre (queda da pedra) levando em conta a idéia de relatividade dos movimentos e obteve progresso para a ciência. Ou seja, se tivesse baseado-se somente na experiência sensível refutaria Copérnico, que afirmava algo que a observação (desacompanhada da razão) parecia contradizer.

Dessa forma agiu contra-indutivamente, transgrediu regras metodológicas.

Feyerabend demonstra na sua argumentação que Galileu possuía reduzido conhecimento da teoria ótica da sua época e que as primeiras observações astronômicas com auxílio do telescópio eram vagas, imprecisas, contraditórias e poderiam ser facilmente refutadas. Entretanto, Galileu elevou o telescópio ao estado de um “sentido superior e mais aperfeiçoado” fazendo crer que os fenômenos telescópicos retratavam fielmente o céu, pois tinha poder de persuasão, estilo, plasticidade e elegância.

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 assim realizou progresso para a ciência.

Salienta que há diferença perceptível entre as regras (como concebidas por filósofos da ciência) e os procedimentos utilizados pelos cientistas na pesquisa efetivamente realizada. Além disso, a aplicação de determinados métodos de crítica e de prova impediriam 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). 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, aumentar o conteúdo, evitar hipóteses *ad hoc*, etc). Faz-se necessária uma mudança das ciências tornando-as mais anárquicas, mais subjetivas, onde os "desvios" e os "erros" às regras metodológicas sejam pré-condições de progresso. *"Dada a ciência, a razão não pode ser universal e a sem-razão não pode ver-se excluída."* (ibid, p. 279).

11. CONCLUSÃO

Como conclusão deste trabalho elaboramos um **mapa conceitual** para cada epistemólogo analisado (exceto Toulmin, cuja amplitude de idéias e conceitos deu origem a três mapas conceituais) na tentativa de identificar seus principais conceitos, suas principais idéias. Em seguida procuramos inter-relacionar as idéias dos diferentes autores.

Mapa conceitual é um recurso analítico, um diagrama conceitual, que apresenta os principais conceitos e as relações entre eles, relativamente a uma área de conhecimento, a uma disciplina, a um livro, a um artigo, etc. Como o mapa conceitual sempre expressa o entendimento de quem o produz, após cada mapa segue-se uma breve explicação do seu significado do ponto de vista da nossa compreensão, da nossa estrutura cognitiva.

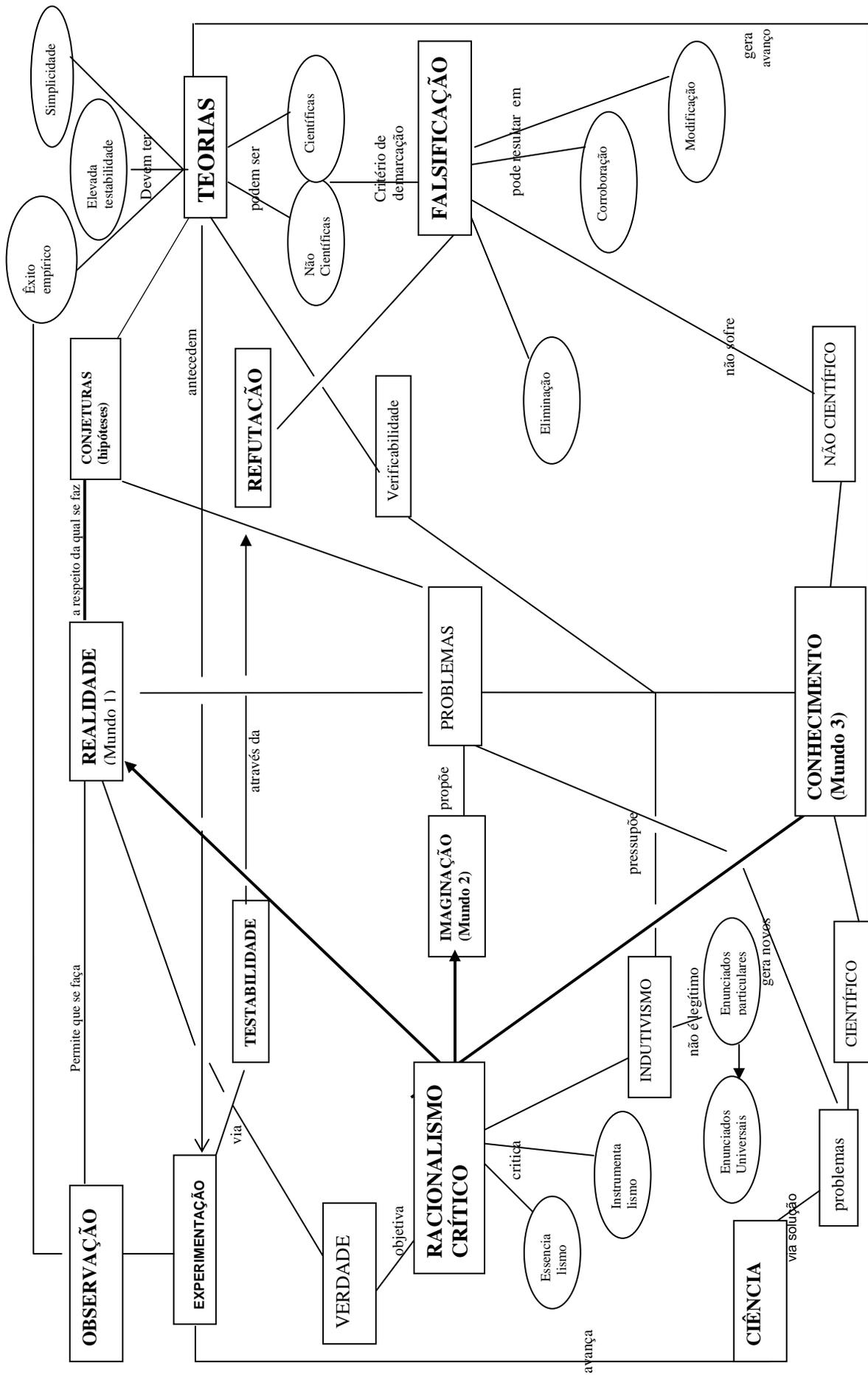


Figura 1 - Um MAPA CONCEITUAL para as PRINCIPAIS IDÉIAS de KARL POPPER (N. Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 1 (Mapa Popper)

Tenta focar a epistemologia de Popper no *racionalismo crítico*, ou seja, o *conhecimento científico* como uma *construção do homem* que, valendo-se da *imaginação (conjeturas)*, propõe *problemas* voltados para a explicação de alguns aspectos da *realidade (mundo natural)*. O cientista faz hipóteses falsificáveis para solucionar os problemas e essas *conjeturas* são criticadas e testadas através da *experimentação e observação*.

Algumas *conjeturas* são rapidamente eliminadas enquanto outras podem sobreviver às tentativas de falsificação, sendo que estas devem se submeter a críticas e provas mais rigorosas. Quando se falsifica uma hipótese que tenha superado com sucesso uma grande variedade de testes, surgem novos *problemas* e novas hipóteses, num processo contínuo, que leva ao *conhecimento científico*.

O objetivo da ciência é construir *teorias* com conteúdo explicativo cada vez maior. As *teorias* podem ser *científicas* ou *não científicas* sendo que o critério de demarcação entre elas é a *falseabilidade*. As teorias científicas devem prever algum acontecimento, tal que possam ser falseadas, enquanto as teorias não científicas são não falsificáveis. A *falsificação* e a *testabilidade* podem resultar na *corroboração* ou na *modificação* das teorias num processo que gera o avanço do conhecimento científico.

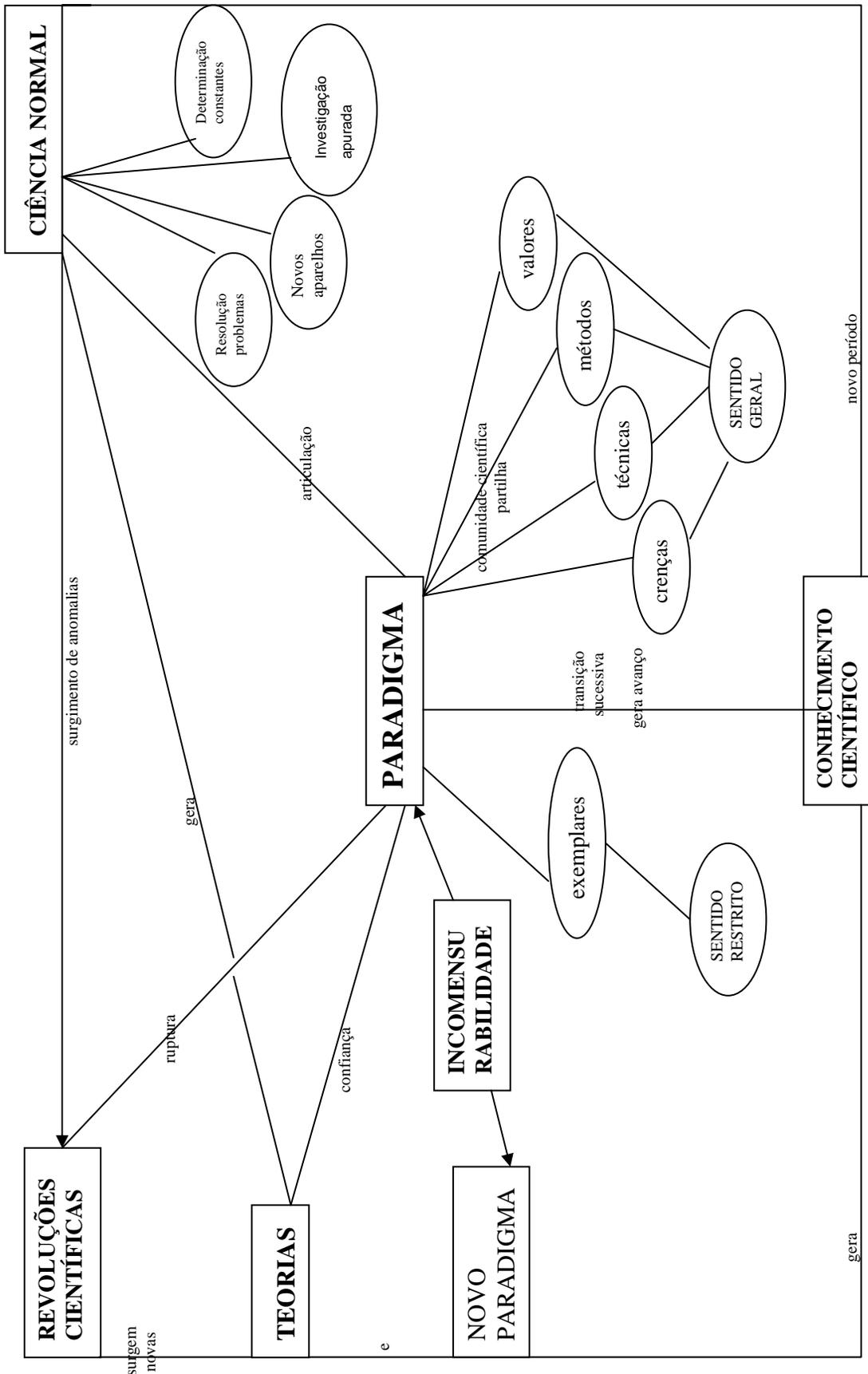


Figura 2 – Um MAPA CONCEITUAL para as PRINCIPAIS IDÉIAS de THOMAS KUHN (N. Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 2 (Mapa Kuhn)

Tenta apresentar as idéias de Kuhn de que o *progresso do conhecimento científico* intercala períodos de *ciência normal* e de *revolução científica*. A *ciência normal* ocorre em fases longas nas quais as comunidades científicas aderem a um mesmo o *paradigma* e nesses períodos a ciência torna-se a resolução de *quebra-cabeças*, *problemas são resolvidos*, novos aparelhos são criados para aumentar a precisão e a determinação de constantes, etc.

Paradigma é o conjunto de valores, métodos, crenças e técnicas compartilhados *por uma comunidade científica na fase de ciência normal*. À medida que vão surgindo anomalias que o *paradigma vigente* não consegue resolver, ocorre *crise* e ruptura, aparecem as *revoluções científicas*. Surge então um *novo paradigma*. O novo e o velho *paradigma*, as novas e as velhas *teorias* são *incomensuráveis*, pois são diferentes maneiras de ver o mundo.

Quando as comunidades aderem por convicção ou por convencimento ao *novo paradigma*, ocorre uma nova fase de *ciência normal* (sob o enfoque do novo paradigma). Esse processo sucessivo gera avanço do conhecimento científico.

Comentários sobre a Figura 2 (Mapa Kuhn)

Tenta apresentar as idéias de Kuhn de que o *progresso do conhecimento científico* intercala períodos de *ciência normal* e de *revolução científica*. A *ciência normal* ocorre em fases longas nas quais as comunidades científicas aderem a um mesmo o *paradigma* e nesses períodos a ciência torna-se a resolução de *quebra-cabeças*, *problemas são resolvidos*, novos aparelhos são criados para aumentar a precisão e a determinação de constantes, etc.

Paradigma é o conjunto de valores, métodos, crenças e técnicas compartilhados *por uma comunidade científica na fase de ciência normal*. À medida que vão surgindo anomalias que o *paradigma vigente* não consegue resolver, ocorre *crise* e ruptura, aparecem as *revoluções científicas*. Surge então um *novo paradigma*. O novo e o velho *paradigma*, as novas e as velhas *teorias* são *incomensuráveis*, pois são diferentes maneiras de ver o mundo.

Quando as comunidades aderem por convicção ou por convencimento ao *novo paradigma*, ocorre uma nova fase de *ciência normal* (sob o enfoque do novo paradigma). Esse processo sucessivo gera avanço do conhecimento científico.

Comentários sobre a Figura 3 (Mapa Lakatos)

Tenta relacionar os conceitos de Lakatos da seguinte forma: os *Programas de Investigação Científica* que constituem conjuntos de regras metodológicas a serem seguidas pela investigação (*heurística positiva*) e as rotas a serem evitadas (*heurística negativa*) podem ser *progressivos e regressivos*. A constante substituição de *Programas de Investigação Científica* Regressivos por Programas Progressivos garante o *avanço da ciência*.

Os Programas de Investigação são formados pelo *núcleo firme* (contém a teoria principal que é irrefutável) e o *cinturão protetor* (teorias auxiliares). As teorias que compõem o cinturão protetor podem ser refutadas, sofrem o impacto das contrastações, resolvem anomalias, constroem novos modelos, admitem hipóteses *ad hoc* (esta posição representa um avanço, do ponto de vista epistemológico, quando comparada às idéias de Popper).

O mapa tenta expressar essa crítica que Lakatos chama de falsacionismo dogmático de Popper e destaca sua proposta de avançar para o falsacionismo metodológico sofisticado de base evolucionista aonde sobrevivem as teorias mais aptas, ou seja, as que possuem excesso de conteúdo corroborado em relação as anteriores e antecipam fatos novos

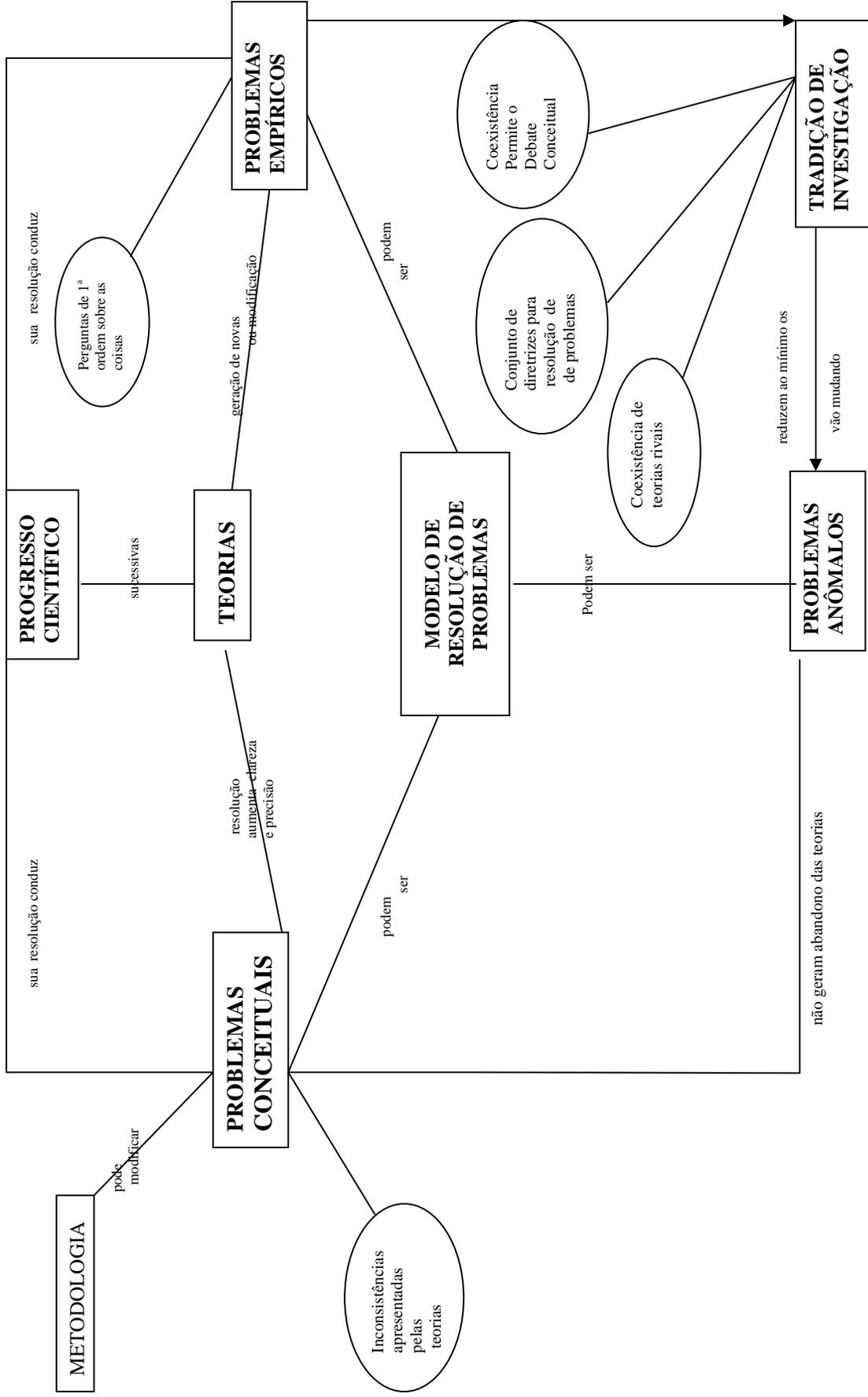


Figura 4 – Um MAPA CONCEITUAL para as PRINCIPAIS IDÉIAS de LAUDAN (N. Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 4 (Mapa de Laudan)

A idéia principal de Laudan aparece no centro do mapa: o “*modelo de resolução de problemas*”, ou seja, o objetivo da ciência é produzir *teorias* eficazes na resolução de *problemas científicos*.

A *resolução de problemas empíricos* modifica e/ou gera novas teorias científicas, enquanto a resolução de *problemas conceituais* aumenta a clareza e a precisão das *teorias*. O surgimento de *problemas anômalos* (resolvidos por teorias rivais) suscita dúvidas a respeito da teoria que a está mostrando, mas não é suficiente para abandoná-la. À medida que um *problema científico* é resolvido novos problemas vão sendo propostos com o objetivo de aprofundar o conhecimento, esclarecer aspectos duvidosos e tornar as *teorias* mais precisas, e esse processo é essencial para o *progresso da ciência*.

As *tradições de investigação* são conjuntos de diretrizes, técnicas, métodos e *teorias* cujo objetivo é resolver ao máximo os problemas, sendo que a *coexistência de teorias rivais e tradições de investigação rivais* é uma regra, pois motiva a resolução de problemas e conduz ao avanço da ciência. Tanto as *teorias* quanto as *tradições de investigação* vão mudando com o tempo e podem gerar novos problemas conceituais ou empíricos num processo contínuo.

Comentários sobre a Figura 5 (Mapa Bachelard)

Tenta relacionar os principais conceitos de Bachelard, entre eles a *Filosofia do Não*, ou seja, a experiência nova diz “não” à experiência antiga sem com isso negar tudo o que foi produzido anteriormente, mas sim no sentido de modificar, alertar e desafiar a construção de um pensamento científico mais avançado. Assim, o *erro* assume um papel importante, pois se aprende com ele. Corrigir erros significa procurar eliminar o que Bachelard chama de *obstáculos epistemológicos* (ambição de pensar o conhecimento de um ponto de vista único) e *obstáculos pedagógicos* (analogias com conceitos simples acabam limitando o espírito científico).

A ciência é uma construção racional. O *racionalismo* que serve de base para tal empreendimento deve ser aberto, ampliado e a *filosofia do espírito científico* também deve ser aberta, dispersa. Assim, o reconhecimento dos *obstáculos epistemológicos* coloca em evidência um necessário rompimento entre o *conhecimento sensível* (usual, comum) e o *conhecimento científico*.

A evolução de um conceito (em particular o conceito de massa) mostra que trata-se de um processo que atravessa as várias doutrinas (*espectro epistemológico*) na ordem apresentada por Bachelard: realismo ingênuo, positivismo, racionalismo, racionalismo completo e racionalismo dialético. Essas fases constituem o *perfil epistemológico*. “Quando se avança no conhecimento científico, aumenta o papel das teorias”.

Para que esse avanço ocorra é importante e indispensável que ocorra uma alternância entre o empirismo e o racionalismo, pois ambas as doutrinas são importantes, estão ligadas, se complementam

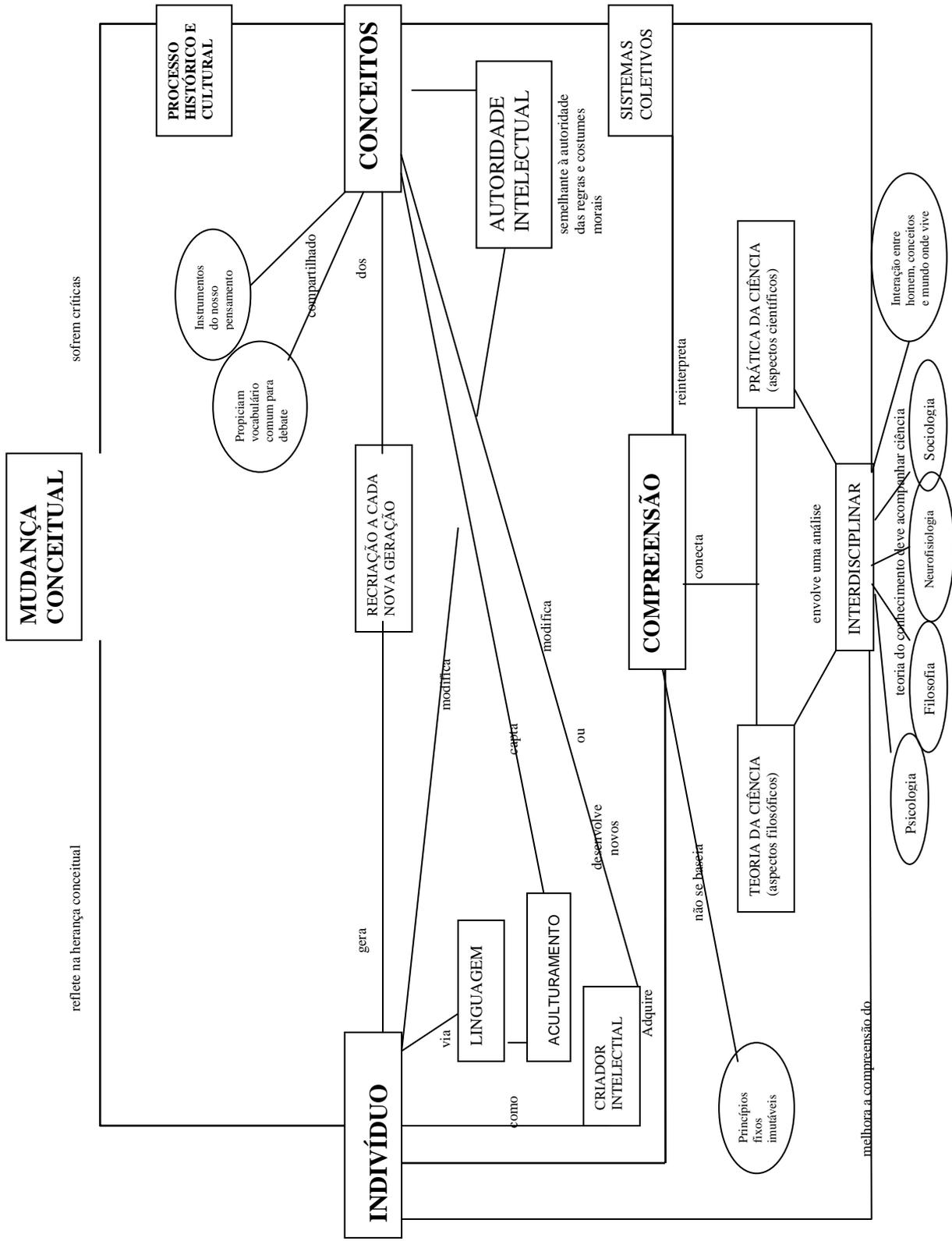


Figura 6—MAPA CONCEITUAL n° "1" – A MUDANÇA CONCEITUAL SEGUNDO STEPHEN TOULMIN (N. Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 6 (Mapa nº 1 - Toulmin)

Representa a idéia de Toulmin de que o indivíduo adquire através do acultramento e da linguagem um *conjunto de conceitos* a respeito do mundo onde vive; mas também exerce seu papel de *criador intelectual* modificando esses conceitos e criando novos. Assim, os *conceitos*, elementos fundamentais do pensamento e da *compreensão humana*, são compartilhados pela comunidade e são permanentemente criticados num processo que é histórico e cultural e que gera a *mudança conceitual*. Essa *mudança conceitual* num processo recursivo se reflete sobre o próprio indivíduo (que também é ator) permitindo que ele adquira e melhore a sua compreensão. Nesse sentido, a compreensão não está baseada em *princípios fixos e imutáveis* mas pressupõe uma interdisciplinaridade, uma interação entre o homem, os conceitos e o mundo onde vive, tal que a *ciência* deve avançar em conjunto, tanto a *teoria* quanto a *prática*, tanto os *aspectos filosóficos* quanto os *aspectos científicos*.

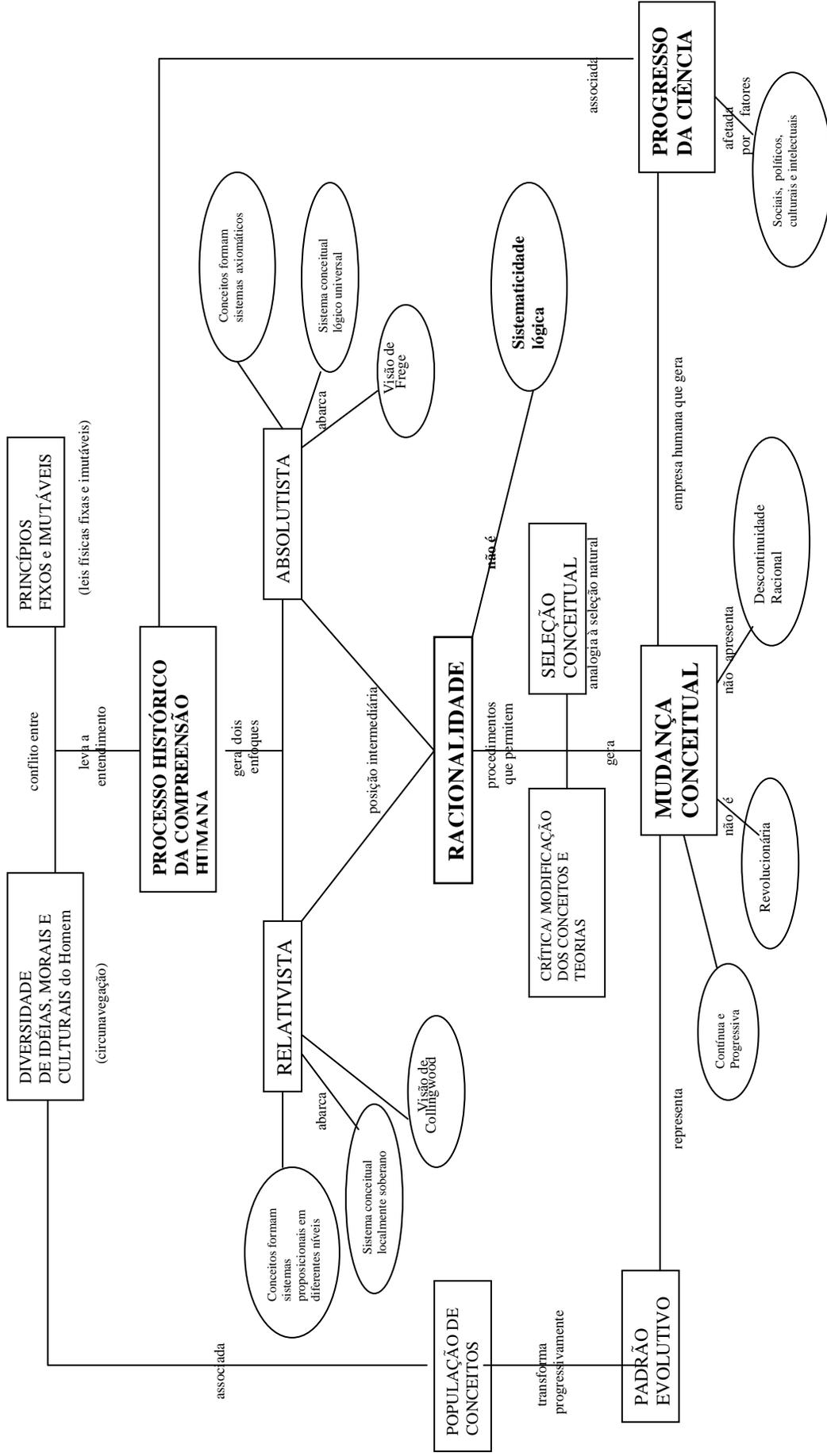


Figura 7—MAPA CONCEITUAL n° “2” – A RACIONALIDADE CIENTÍFICA segundo STEPHEN TOULMIN (N.Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 7 (Mapa nº 2 - Toulmin)

Este segundo mapa para a epistemologia de Toulmin tenta mostrar a ênfase dada por ele à racionalidade, entendida como o conjunto de procedimentos, condições e maneiras que o homem dispõe para criticar e modificar a população de conceitos, ou seja, proceder à mudança conceitual.

A mudança conceitual é importante, necessária, progressiva, contínua e segue um padrão evolutivo. A exemplo da seleção natural das espécies, os conceitos vão sendo transformados num processo histórico uma vez que leva em conta a diversidade de culturas, idéias e morais do homem em diferentes épocas e lugares. Toulmin rechaça, portanto, a idéia da existência de princípios fixos e imutáveis capazes de explicar a compreensão humana. Entre as duas posições extremas, a absolutista defendida por Frege (baseada no sistema conceitual lógico e universal) e a relativista defendida por Collingwood (os conceitos formam sistemas proposicionais localmente soberanos), Toulmin assume uma posição intermediária deixando claro que racionalidade nada tem a ver com sistematicidade lógica e que se refere aos procedimentos que viabilizam a seleção, a mudança conceitual e o progresso do conhecimento científico.

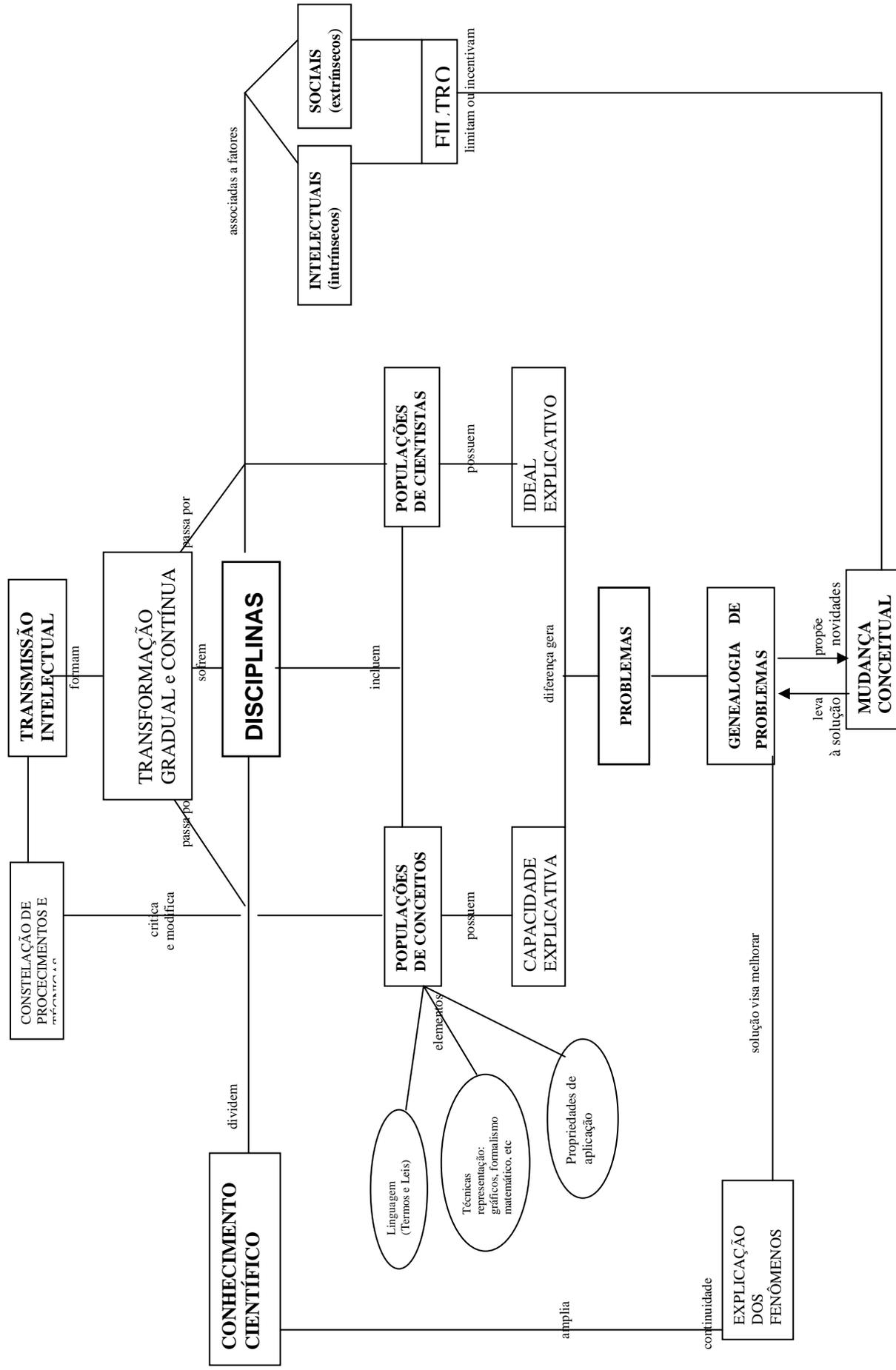


Figura 8 - MAPA CONCEITUAL n° 3 – AS DISCIPLINAS segundo STEPHEN TOULMIN (N.Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 8 (Mapa nº 3 - Toulmin)

Representa a idéia de Toulmin de que o conhecimento científico se divide em *disciplinas* que se compõem de: *populações de conceitos* com capacidade explicativa e *populações de cientistas* que possuem um ideal explicativo. A diferença entre a capacidade explicativa das teorias e o *desejo de explicar* dos cientistas dá origem aos problemas científicos que geram novidades e *mudança conceitual* que por sua vez pode levar à solução de alguns problemas e à identificação de outros. Esse processo é contínuo, tem por base o desejo de explicar os fenômenos e leva ao crescimento da ciência.

As *disciplinas* são responsáveis pela *transmissão intelectual* através das gerações. Mas não se pode ignorar que estão em contínua transformação por fatores intelectuais (internos a cada disciplina), sociais, políticos, econômicos (externos) e que todos esses fatores funcionam como *filtros* limitando ou incentivando a *mudança conceitual* e o *avanço da ciência*.

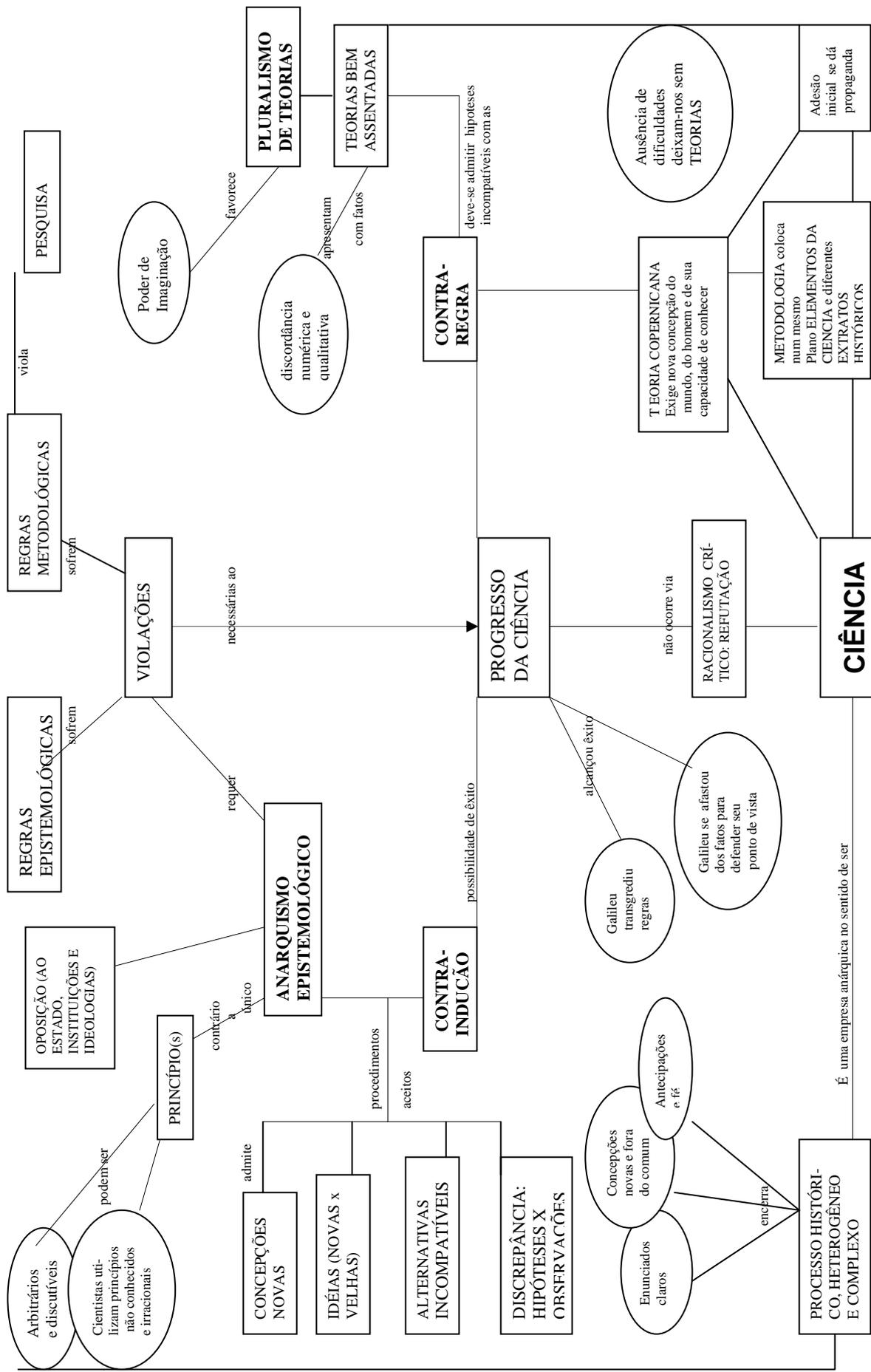


Figura 10 – Um MAPA CONCEITUAL para as PRINCIPAIS IDÉIAS de PAUL FEYERABEND (N. Massoni, 2003)

Comentários sobre a Figura 9 (Mapa Maturana)

Tenta expressar a idéia de que existem dois caminhos explicativos ao se fazer ciência: *objetividade sem parênteses*, pressupõe uma *realidade independente do observador*. Esse é o caminho que apenas *tolera* o outro *negando* sua forma de explicação, tudo em nome da *razão, da universalidade*. Esse caminho não leva ao crescimento da ciência e por esse motivo não há ligação deste ramo com o restante do mapa.

Objetividade entre Parênteses (não nega a existência da realidade), podemos ter *tantas realidades quantos forem nossos domínios operacionais* (ações), leva em conta o *domínio de ação de cada um, respeita e aceita* a explicação do outro e pressupõe que a *emoção* está na base do fazer científico (*paixão pelo explicar*). Maturana entende que esse caminho leva ao *Fenômeno do Conhecer*, sendo este um processo dinâmico, baseado no aceite e *convivência social*, onde são definidos *critérios de validação das explicações científicas*, pois as experiências precisam ser reprodutíveis e quando aceitas pela comunidade científica tornam-se explicações científicas que geram o *progresso da ciência*. O *cientista* e os *objetos* existem na *linguagem*, ou seja, tanto a observação/experimentação quanto o objeto dessa ação ganham sentido através da interação com o meio e com os outros indivíduos.

A ciência avança se houver uma permanente reformulação das experiências, porém com elementos da experiência do próprio cientista, do homem enquanto ser humano no prazer de explicar as coisas. O fazer do cientista está conectado ao cotidiano, pois ele próprio é parte dele. Claramente Maturana procura desendeusar a ciência.

Comentários sobre a Figura 10 (Mapa Feyerabend)

Tenta expressar as idéias de Feyerabend a favor do *anarquismo epistemológico* entendido como uma *oposição a um princípio único*, fechado a opções (no sentido de que os cientistas utilizam no seu fazer princípios não conhecidos e irracionais). O *anarquismo epistemológico* requer *violações às regras metodológicas e às regras epistemológicas*.

Tais *violações* são necessárias ao *progresso da ciência*, pois permitem introduzir hipóteses novas sem que precisem se ajustar às teorias bem aceitas, ou seja, pressupõe a *contra-indução* e a *contra-regra*. Para Feyerabend fazer ciência pressupõe admitir *novas concepções, alternativas incompatíveis, confrontar idéias novas e antigas*, e levar em conta a *discrepância entre hipóteses e observações*. Tudo isso vai contra as *regras metodológicas* tradicionais.

Nesse sentido, defende o *pluralismo de teorias* que possibilite ao cientista fugir da uniformidade de opinião, que destrói seu poder de imaginação. Se assim não fosse, não teríamos a *ciência* tal como a conhecemos hoje. Nesse sentido Feyerabend critica o racionalismo crítico de Popper e entende a ciência como um *empreendimento anárquico*, resultado de um *processo histórico, heterogêneo e complexo* aonde comparecem fatores *psicológicos e sócio-econômico-políticos*.

COMENTÁRIOS GERAIS sobre os MAPAS CONCEITUAIS (Figuras 1 a 10)

De forma genérica, os mapas conceituais apontam para a conclusão de que os expoentes da interpretação epistemológica do século XX colocam na base da produção de conhecimento científico o binômio experiência/razão e deixam claro que o sentido vai do racional para o real, e não na ordem inversa como teorizavam os filósofos clássicos.

Outro traço comum é a identificação de que a observação, a experiência, a experimentação não constituem fonte de conhecimento, pois a ciência é concebida construindo-se hipóteses (*conjeturas*) e confrontando-as, posteriormente, com o mundo real. A ciência dá conta dos fatos. Mas não são os fatos em si mesmos que são fontes de descobrimento. A ciência tenta explicar os fatos inventando hipóteses (proposições) e sistemas de hipóteses (teorias) e sistemas de teorias num processo cada vez mais abstrato.

A idéia de construção da ciência através da “racionalidade” aparece em quase todas as teorias epistemológicas apresentadas nesta monografia. Ou seja, o empirismo e o indutivismo estão superados como modelo de construção do conhecimento científico. A ciência começa na mente, na imaginação, na criatividade do cientista. Entretanto, nenhuma filosofia dispensa a comparação das conseqüências das teorias com os dados observacionais. É exatamente esse o diferencial que garante credibilidade à ciência.

É possível perceber, ainda, que o conceito de “racionalidade” foi mudando ao longo desse século, passando da idéia de sistematicidade lógica, aonde racionalidade era sinônimo de logicidade (como em Popper), para uma visão mais abrangente sob o argumento de que a racionalidade não apresenta estrutura única, mas ao contrário, abarca muitas teorias e sistemas conceituais (Toulmin e Maturana).

As teorias epistemológicas mais recentes têm adotado uma visão evolucionista, contrária à idéia de que a ciência busca teorias verdadeiras, verdades absolutas ou princípios universais (válidos para todos os homens). 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 apogeu e conquistas, realizada por homens e mulheres dotados de preconceitos e necessidades, sonhos e emoções, como quaisquer outras profissões.

O crescimento da ciência requer curiosidade e paixão pelo explicar (Maturana), desconfiança em relação à opinião prevalecente (Feyerabend), coragem para dizer não (Bachelard) e sensibilidade para a novidade (Feyerabend e Toulmin).

12. BIBLIOGRAFIA

- BACHELARD, Gaston. *La Philosophie du Non*, Tradução Joaquim José Moura Ramos, *A Filosofia do Não*, Editorial Presença, Lisboa, 1988.
- CHALMERS, Alan F. *O que é ciência afinal?*, Tradução de Raul Fiker, Editora Brasiliense, 1ª ed., 3ª reimpressão, São Paulo, 1999.
- FEYERABEND, Paul. *Contra o Método*, Tradução de Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg, Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1989. Título Original: *Against Method*, 1975.
- KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*, São Paulo, Perspectiva, 1978.
- LAKATOS, Imre. *Metodología de los Programas de Investigación Científica*, Alianza, Madrid, 1993.
- LAUDAN, Larry. *El Progreso y sus Problemas*, Encuentro Ediciones, Madrid, 1977.
- MATURANA, Humberto R., *Ciência, Cognição e Vida Cotidiana*, Editora da UFMG, 2001.
- POPPER, Karl. *Conjecturas e Refutações*, Brasília, Ed. UNB, 1982.
- _____ *Lógica da Pesquisa Científica*, São Paulo, EDUSP, 1985.
- TOULMIN, Stephen. *La Comprensión Humana*, tradução de Nestor Miguez, Alianza Editorial, Madrid, 1977.

Textos de Apoio ao Professor de Física

- n° 1: Um Programa de Atividades sobre Tópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau.
Axt, R., Steffani, M.H. e Guimarães, V. H., 1990.
- n° 2: Radioatividade.
Brückmann, M.E. e Fries, S.G., 1991.
- n° 3: Mapas Conceituais no Ensino de Física
Moreira, M.A, 1992.
- n° 4: Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Axt, R e Brückmann, M.E., 1993.
- n° 5: Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos.
Axt, R. e Alves, V.M., 1994.
- n° 6: Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica.
Axt, R e Alves, V.M., 1995.
- n° 7: Diagramas V no Ensino de Física.
Moreira, M.A, 1996.
- n° 8: Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio.
Ostermann, F., Ferreira, L.M. e Cavalcanti, C.H., 1997.
- n° 9: Energia, entropia e irreversibilidade.
Moreira, M.A. 1998.
- n°10: Teorias construtivistas.
Moreira, M.A, e Ostermann, F., 1999.
- n°11: Teoria da relatividade especial.
Ricci, T.F., 2000.
- n°12: Partículas elementares e interações fundamentais.
Ostermann, F., 2001.
- n°13: Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso.
Greca, I.M. e Herscovitz. V. E., 2002.
- n°14: Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio.
Ricci, T. F. e Ostermann, F., 2003.
- n°15: O quarto estado da matéria.
Ziebell, L. F. 2004.
- v.16 n° 1: Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade.
Schroeder, C. 2005.
- v.16 n° 2: O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física.
Silva, L. F. da e Veit, E. A., 2005
- v.16 n° 3: Epistemologias do século xx
Massoni, N. T . 2005