

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
UNESP – CAMPUS DE BAURU
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

CARLOS ALBERTO RUFATTO

**A CRÍTICA DO CONCEITO DE VERDADE NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE
KARL POPPER E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

**BAURU
2008**

CARLOS ALBERTO RUFATTO

**A CRÍTICA DO CONCEITO DE VERDADE NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE
KARL POPPER E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada como requisito à obtenção do título de Doutor à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração de Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro

**BAURU
2008**

R922 Rufatto, Carlos Alberto

A crítica do conceito de verdade na filosofia da ciência de Karl Popper e o ensino de ciências / Carlos Alberto Rufatto. - - 2008
123 f.

Tese (Dourado em Filosofia) - UNESP – Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências – Bauru, 2008.

Orient. Profº. Drº. Marcelo Carbone Carneiro

1. Filosofia da ciência 2. Epistemologia de Popper 3. Ensino de ciências 4. Racionalidade da ciência 5. Conflito conceitual I. Carneiro, Marcelo Carbone. Título.

CDD 372.01

CARLOS ALBERTO RUFATTO

**A CRÍTICA DO CONCEITO DE VERDADE NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE
KARL POPPER E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada como requisito à obtenção do título de Doutor à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração de Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro

Prof. Dr. Marcos Rodrigues da Silva – Univ. Estadual de Londrina

Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza – Unesp Bauru

Prof. Dr. João José Caluzi – Unesp Bauru

Prof. Dr. Carlos Alberto Albertuni – Univ. Estadual de Londrina

Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro – Unesp Bauru

**BAURU
2008**

*Aos meus filhos, Leonardo e Ana Elisa,
cujas existências preenchem a minha
de alegria e sentido*

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador, Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro, por todo apoio, dedicação e competência na orientação deste trabalho

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências com os quais mantive contato, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo. Em especial aos professores João José Caluzi, por todo apoio e orientação inicial e Ana Maria de Andrade Caldeira, pela compreensão e incentivos.

Aos funcionários e, em especial, às secretárias da Pós-Graduação em Ensino de Ciências, pela paciência e eficiência

Aos meus familiares, pela compreensão e apoio durante toda esta trajetória

À minha amiga Regina Papassoni Santos, incentivadora de novas perspectivas

A todos os meus amigos, pela plenitude de nossos momentos de convivência

À minha amiga, Prof^a Dr^a Lúcia Helena Sant'Agostinho, pela leitura atenta e todas as sugestões

*Fortalece teu poder de vontade para
que as circunstâncias não te controlem,
mas que seja tu quem as controle.*

Paramahansa Yogananda

RESUMO

O trabalho inicia-se com a apresentação das idéias sobre a verdade nas tradições racionalista e empirista, com a posterior avaliação dessas duas tradições por Popper. Em seguida, aborda-se o problema da indução de David Hume (fundamental no debate sobre a verdade), e a solução apresentada por Popper. A concepção de ciência de Popper é explicada, com especial atenção para o caráter provisório do conhecimento científico, sua racionalidade e potencial de progresso e a importância do critério de verossimilitude. A concepção de aprendizado de Popper é apresentada a partir de suas críticas da teoria do senso comum do conhecimento, da teoria dos três mundos, da importância que ele atribuía aos problemas e de suas idéias sobre a evolução do conhecimento, tendo o evolucionismo de Darwin como modelo. É feita uma retomada dos argumentos, trabalhos e autores que pesquisaram sobre a relevância da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, procurando-se identificar pontos importantes de influência. Ao final se procura estabelecer a relevância da contribuição de Popper para o Ensino de Ciências, identificando-se os pontos fortes de sua contribuição.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência, Epistemologia de Popper, Ensino de Ciências, Racionalidade da Ciência, Conflito Conceitual

SUMMARY

This work begins with a presentation of ideas concerning truth according to rationalist and empiric traditions, with a posterior evaluation of both traditions given by Popper. Following, it deals with the problem of David Hume's induction (fundamental in the discussion concerning truth) and the solution presented by Popper. Popper's conception of science is explained, giving special attention to the temporary characteristic of scientific knowledge, its rationality and its capability of progress and the value of the criterion verisimilitude. The concept of learning conceived by Popper is presented commencing with his critical insight of the theory of common sense of knowledge, the theory of three worlds, of the importance he used to attribute to problems and his ideas concerning evolution of knowledge, using Darwin's evolution theory as a model. A retaken of arguments is accomplished, works and authors who conducted research about the relevance of philosophy of science for the teaching of science, attempting to identify points of influence. Finally one attempts to establish the relevance of Popper's contribution to the teaching of sciences, thus identifying the strong points of his contribution.

Key words: Philosophy of Science, Popper's Epistemology, Teaching of Science, Rationality of Science, Conceptual Conflict.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 A CRÍTICA DO CONCEITO DE VERDADE EM KARL POPPER.....	14
2.1 A estratégia cartesiana para alcançar verdades.....	14
2.2 A estratégia baconiana de busca da verdade.....	19
2.3 Popper e o racionalismo e o empirismo.....	24
2.4 O problema da indução em David Hume.....	26
2.5 A solução de Popper para o problema da indução de Hume.....	29
3 A CIÊNCIA EM KARL POPPER.....	33
3.1 O caráter provisório do conhecimento científico.....	34
3.2 O progresso do conhecimento científico segundo Popper.....	39
3.3 O critério de verossimilitude.....	43
4 A QUESTÃO DO APRENDIZADO EM KARL POPPER.....	46
4.1 A crítica da teoria do senso comum do conhecimento.....	47
4.2 O conhecimento objetivo e a teoria dos três mundos.....	49
4.3 As disposições e expectativas inatas e o surgimento de problemas.....	53
4.4 A evolução do conhecimento em Popper à luz de sua leitura da evolução de Darwin	56
5 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	60
5.1 A Filosofia é relevante para o Ensino de Ciências?.....	60
5.2 A Filosofia da Ciência se aproxima do Ensino de Ciências.....	61
5.3 A Filosofia da Ciência e a História da Ciência no Ensino de Ciências.....	69
5.4 As concepções de ciência entre professores de Ciências.....	74
5.5 Pontos relevantes do impacto da Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências.....	79
6 A IMPORTÂNCIA DA CONTRIBUIÇÃO DE POPPER PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	84
6.1 A questão da possibilidade de avaliação objetiva das teorias.....	84
6.2 A possibilidade de avaliação objetiva no Ensino de Ciências.....	85
6.3 A ciência e o Ensino de Ciências: um paralelo.....	88
6.3.1 O ponto forte da contribuição de alguns interlocutores de Popper: a complexidade do processo de fazer ciência.....	88
6.3.2 O ponto forte dos críticos das abordagens de mudança conceitual: a complexidade do processo de aprender Ciências.....	92
6.3.3 O ponto forte da contribuição de Popper à ciência: a preocupação com o caráter racional e o papel institucional da ciência.....	98

<i>6.3.4 O ponto forte da contribuição de Popper ao Ensino de Ciências.....</i>	<i>103</i>
7 CONCLUSÃO.....	112
REFERÊNCIAS.....	119

1 INTRODUÇÃO

O objetivo inicial da tese foi compreender a preocupação de Karl Popper em manter, em uma época em que encontram grande espaço o relativismo e o pragmatismo, a idéia de aproximação da verdade, assim como as conseqüências desta postura para o Ensino de Ciências.

Buscou-se entender, inicialmente, o conceito popperiano de verossimilhança, situando-o em um contexto de desenvolvimento que remonta às idéias de René Descartes e Francis Bacon sobre a verdade e passa pelos questionamentos de David Hume a respeito da indução, do procedimento científico e da verdade. Desta forma, o Capítulo 2 abordou as estratégias cartesiana e baconiana de busca da verdade, apresentou as críticas de Popper a essas opções (sob a forma de críticas às tradições racionalista e empirista), apresentando, na seqüência, o problema da indução de David Hume, cuja solução proporcionou a Popper uma nova forma de conceber o conhecimento científico

Neste primeiro momento, a intenção principal foi compreender o apreço de Popper pela manutenção da idéia de aproximação da verdade, assim como suas críticas ao relativismo e ao irracionalismo que, na sua visão, seriam as conseqüências do abandono da idéia de verdade.

O capítulo 3 apresentou a concepção de ciência de Popper. Procurou-se mostrar que as críticas do autor a certos aspectos do empirismo (as teorias não poderem ser provadas como verdadeiras), completava-se com a não aceitação de uma das características principais do positivismo: a idéia de que o método científico está ancorado no procedimento indutivo. Como solução para escapar ao relativismo e ao irracionalismo (que segundo Popper foi visto por alguns como conseqüência das críticas à concepção indutivista de ciência), e para manter os aspectos racionais do conhecimento científico, Popper se preocupa em identificar critérios e condições que permitiriam um debate e uma escolha racional das hipóteses explicativas apresentadas. O critério de verossimilitude é apresentado, ao final do capítulo, como uma das condições que permitiriam resguardar a racionalidade da ciência.

Em suas obras, Karl Popper nos apresentou uma visão a respeito do que seria o fazer ciência que, após os debates com Kuhn, Feyerabend e Lakatos, passou a ser encarada, por alguns popperianos, mais como uma visão de como

deveria ser o fazer ciência; esta diferença foi abordada com mais detalhes na seção 6.3.1 e também apresentou desdobramentos no decorrer do trabalho.

No entanto, primeiramente, foi enfocada a interpretação de Popper sobre o fazer ciência e a compreensão de como sua visão desse processo se associa ao apreço (consciente e declarado) por certos valores, como a racionalidade, a discussão e a decisão racional e o desenvolvimento do conhecimento e o progresso (não linear ou acumulativo) da ciência.

No Capítulo 4 foi trabalhada a questão do aprendizado em Popper. As idéias do autor a esse respeito se desenvolvem, em suas obras, a partir de críticas ao que ele denomina de teoria do senso comum do conhecimento (a teoria da *tabula rasa* da mente). Para melhor compreender o conhecimento humano, Popper desenvolve a teoria dos três mundos, fundamental para sua concepção de conhecimento objetivo. Suas idéias a respeito de disposições e expectativas inatas e sobre o surgimento de problemas são igualmente relevantes para se compreender suas idéias sobre o aprendizado humano. O Capítulo se encerra com a abordagem do paralelo, realizado pelo próprio autor, entre a teoria da evolução de Darwin e sua concepção sobre a evolução do conhecimento humano.

O Capítulo 5 foi dedicado a uma retomada das reflexões a respeito da relevância da História e da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências. Toda Filosofia da Ciência, na medida em que apresenta uma interpretação sobre o que é, ou o que deveria ser o fazer ciência, implica numa história da ciência que acaba por se apresentar como uma reconstrução dos fatos (o que seria a atividade dos cientistas no cotidiano) à luz de alguns valores e conceitos fundamentais presentes nessa mesma Filosofia da Ciência.

O que se pode constatar é que essas Filosofias e Histórias da Ciência acabam por repercutir, mesmo que de forma desestruturada e inconsciente, na sala de aula, onde as teorias científicas e o que seria a atividade dos cientistas, são apresentados tendo por base uma visão de ciência, muitas vezes, fragmentada e composta a partir de elementos nem sempre compatíveis.

O relevante para o tema desta tese é que, conscientes ou não dos fundamentos filosóficos e históricos, os professores, em sala de aula, apresentam as teorias científicas de determinada maneira, encaram a questão da verdade de certa forma, enfim, apresentam uma postura em relação ao que estão ensinando. Esta postura pode estar baseada, por exemplo, na sua formação tradicional ou em um

eclético pouco coerente, mas que, sem dúvida, conduz a certas conseqüências, na medida em que se está falando de homens reunidos de acordo com certos princípios ou regras (ou não!) para a produção de um certo tipo de conhecimento. Um dos objetivos principais da tese é justamente investigar quais seriam essas conseqüências no caso da Filosofia da Ciência de Popper e tentar compreender o tema com mais profundidade a partir da apresentação de alguns contrapontos, esses esforços deram ensejo ao desenvolvimento do Capítulo 6.

No Capítulo 6 é enfatizado que a Filosofia da Ciência de Karl Popper nos apresenta as teorias científicas como conjecturas que teriam passado, até o momento, pelos testes mais rigorosos e que deveriam ser encaradas, pela comunidade científica, como as melhores explicações existentes para determinados temas naquele momento histórico.

Em uma situação de disputa entre várias conjecturas, na tentativa de melhor explicar certos aspectos da realidade, se deveria optar por aquela que, antes de tudo, obtivesse os melhores resultados frente aos testes realizados. E este processo de escolha supõe que o critério principal seria não a questão da utilidade da teoria, nem o número de adeptos que ela pudesse apresentar, mas, acima de tudo, a questão de representar, frente a outras alternativas, uma melhor aproximação da verdade.

Tendo este critério como base, poderia se realizar uma discussão crítica a respeito das teorias, levando-se em conta também outros aspectos (a coerência interna da teoria, sua abrangência e capacidade de explicação, sua simplicidade). Em função desses aspectos e do critério principal, a decisão a respeito da melhor teoria seria racional, levando, em conseqüência, a um avanço, a um progresso científico, pois se ficaria com a melhor opção (tendo em vista os critérios definidos) entre as teorias concorrentes.

Todas essas idéias teriam conseqüências na postura do professor de Ciências em sala de aula. As teorias não seriam ensinadas como verdadeiras (definitivas, imutáveis), mas como as melhores explicações do período, em um contexto onde a História das Ciências teria seu papel, assim como o conceito de verossimilitude, que seria decisivo no processo de escolha racional entre as teorias concorrentes.

Este último fator tenderia a conduzir os professores a apostar na estratégia de *conflitos conceituais*? Pois, afinal, haveria uma teoria que seria identificada como a

melhor opção existente naquele momento histórico (em função dos critérios acima especificados): a teoria que estaria vigorando como a escolhida pela comunidade científica e que representaria uma melhor aproximação da verdade. Tendo isso em vista, caberia ao professor, ao mesmo tempo, esclarecer sobre o caráter histórico das teorias e exercer um papel de orientação em relação às explicações disponíveis?

Essas questões são abordadas a partir da seção 6.3, onde se busca traçar um paralelo entre a complexidade do processo de fazer ciência - percepção que emergiu dos debates em Filosofia da Ciência que envolveram, entre outros, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Toulmin e Laudan – e a complexidade do processo de aprender ciência – evidenciada pelos debates a respeito das *mudanças conceituais* e dos *conflitos cognitivos*. É enfatizada a importância da compreensão dessas complexidades, ao mesmo tempo em se observa que, nos dois casos, tratam-se de projetos concebidos pelo homem, com conseqüências para as sociedades nas quais eles vivem, estando, portanto, não só aberta a possibilidade para uma intervenção mais consciente, mas também colocada a responsabilidade de atuações baseadas em idéias e concepções que conduzam os homens para relações sociais e instituições que possibilitem o seu desenvolvimento. Neste sentido, as idéias de Popper são enfocadas ao final do capítulo com a intenção de se perceber com maior clareza as suas conseqüências não só para o Ensino de Ciências, mas também para outros contextos, na medida em que a forma de se conceber o tipo de relação que deveria existir entre os cientistas pode ser, em Popper, legitimamente apresentada como um ideal de debate e relacionamento em qualquer contexto envolvendo conjecturas e refutações, ou seja, a maioria das situações vivenciadas pelo homem.

2 A CRÍTICA DO CONCEITO DE VERDADE EM KARL POPPER

A crítica do conceito de verdade foi desenvolvido, em Popper, tendo como principais contrapontos as tradições empirista e racionalista, através de dois de seus principais representantes, Francis Bacon e René Descartes. Outro autor fundamental para o desenvolvimento das idéias de Popper sobre o conceito de verdade foi David Hume. Neste capítulo, faremos, em relação a esses três autores, uma breve apresentação apenas dos aspectos referentes à verdade que contribuíram mais diretamente na construção do posicionamento de Karl Popper.

2.1 A estratégia cartesiana para alcançar verdades

Em relação a Descartes, existem dois pontos cuja análise é interessante para se perceber com mais clareza as diferenças entre seu posicionamento e o de Popper. O primeiro deles diz respeito ao caminho a ser seguido na busca da verdade, o segundo àquilo que seria encontrado ao final desta busca, ou seja, à própria possibilidade de alguma verdade ser alcançada.

No que diz respeito à busca da verdade, pode-se perceber claramente, tanto no *Discurso do Método*, quanto nas *Meditações*, a influência do Ceticismo na forma como o texto se desenvolve, não por acaso a estratégia de Descartes é centrada no indivíduo. Ambas as obras são escritas usando a primeira pessoa do singular, evidenciando-se, em vários momentos, como se procurará mostrar abaixo, a forma subjetiva do projeto cartesiano de busca da verdade.

No *Discurso do Método*, por exemplo, Descartes afirma:

[...] não deixo de obter extrema satisfação do progresso que penso já ter feito na busca da verdade e de conceber tais esperanças para o futuro que, se entre as ocupações dos homens puramente homens, há alguma que seja solidamente boa e importante, ousar crer que é aquela que escolhi [...]. Mas estimaria muito mostrar, neste discurso, quais os caminhos que segui, e representar nele a minha vida como num quadro, para que cada qual possa julgá-la e que, informado pelo comentário geral das opiniões emitidas a respeito dela, seja este um novo meio de me instruir, que juntarei àqueles de que costumo me utilizar. (DESCARTES, 1973, p.42).

Em outra passagem, um pouco à frente, Descartes reafirma o caráter subjetivo da busca pela verdade, na medida em que o projeto implica numa rigorosa análise de nossas idéias.

E, resolvendo-me a não mais procurar outra ciência, além daquela que se poderia achar em mim próprio, ou então no grande livro do mundo,

empreguei o resto de minha mocidade em viajar, em ver côrtes e exércitos, em freqüentar gente de diversos humores e condições, em recolher diversas experiências, em provar-me a mim mesmo nos reencontros que a fortuna me proponha e, por toda parte, em fazer tal reflexão sobre as coisas que se me apresentavam, que eu pudesse tirar delas algum proveito [...] aprendi a não crer demasiado firmemente em nada do que me fora inculcado só pelo exemplo e pelo costume; e assim, pouco a pouco, livre-me de muitos erros que podem ofuscar a nossa luz natural e nos tornar menos capazes de ouvir a razão. (DESCARTES, 1973, p.47).

No entanto, a passagem mais relevante do *Discurso do Método*, no que diz respeito a caracterizar a busca da verdade como um projeto subjetivo, é aquela em que o autor, no início da “Segunda Parte” (DESCARTES, 1973, p.48) afirma que não haveria tanta perfeição “nas obras compostas de várias peças, e feitas pela mão de diversos mestres, como naquelas em que um só trabalhou.” Este argumento é desenvolvido ao longo das páginas seguintes e encontra seu apoio mais importante no trecho em que Descartes afirma que os raciocínios de um homem de bom senso estariam mais próximos da verdade do que as ciências dos livros, cujas razões são apenas prováveis, sem demonstrações, e que teriam tomado corpo com opiniões de muitas pessoas diferentes (DESCARTES, 1973, p.49).

A individualidade do projeto cartesiano fica ainda mais evidente na “Quarta Parte” do *Discurso do Método*, onde o autor indica os questionamentos necessários para se verificar se haveria alguma verdade que pudesse resistir a um projeto de crítica ampla e radical.

No que diz respeito àquilo que seria alcançado ao final desta busca pela verdade, a “Primeira Parte” do *Discurso do Método* (DESCARTES, 1973, p.45) revela a admiração de Descartes pela matemática, em função “[...] da certeza e da evidência de suas razões[...]” e pelos seus “[...] fundamentos tão firmes e tão sólidos[...]”.

O primeiro dos preceitos que Descartes apresenta como orientadores da busca que se propõe a fazer, dá uma idéia das características daquilo que deveria ser encontrado ao final e estabelece o percurso necessário que consiste em evitar os conceitos formados antes da idade da razão e os juízos apressados:

O primeiro era o de jamais acolher alguma coisa como verdadeira que eu não conhecesse evidentemente como tal; isto é, de evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e de nada incluir em meus juízos que não se apresentasse tão clara e tão distintamente a meu espírito, que eu não tivesse nenhuma ocasião de pô-lo em dúvida. (DESCARTES, 1973, p.53).

Na “Terceira Parte” do Discurso do Método há um trecho que evidencia, metaforicamente, as características daquilo que deve ser encontrado ao final da busca:

Não que imitasse, para tanto, os céticos, que duvidam apenas por duvidar e afetam ser sempre irresolutos: pois, ao contrário, todo o meu intuito tendia tão-somente a me certificar, e remover a terra movediça e a areia, para encontrar a rocha ou a argila.(DESCARTES, 1973, p.64).

Para Descartes, o conhecimento verdadeiro, que nos dá a certeza e evidência sobre as coisas (“Clareza e Distinção”), é produto de um trabalho da razão subjetiva.

É, sobretudo, nas *Meditações* que encontramos as passagens mais significativas a respeito das características daquilo que deveria ser encontrado ao final do projeto de busca da verdade.

Faremos a análise deste percurso de busca da verdade tal como se apresenta nas “Meditações Metafísicas” nos concentrando, sobretudo, na primeira e segunda meditações, que já nos permitem perceber como o autor entende e nos apresenta o objetivo final desta busca. É bem conhecida a forte influência do Ceticismo sobre a Primeira Meditação de Descartes, colocando em dúvida¹ tudo aquilo que apresentar a menor possibilidade de erro ou falsidade (como um método para bem conduzir a razão e chegar à verdade). O primeiro argumento, construído no 3º. parágrafo, é duvidar (suspender os juízos) sobre todos os conhecimentos e idéias que tenham fontes nos sentidos, pois experimentamos algumas vezes que esses sentidos eram enganosos e é muito prudente não confiar em algo que já nos enganou pelo menos uma vez. Citemos alguns exemplos céticos que caracterizam o erro dos nossos sentidos:

- 1- Um navio distante parece parado, mas quando se aproxima percebemos que estava em movimento.
- 2- Um objeto metade na água e metade fora parece quebrado, no entanto, é uma ilusão provocada pela luz que incide sobre o objeto.
- 3- O ambiente se mistura ao objeto e pode alterar sua percepção, por exemplo: se estivermos com uma camisa amarela e entramos em um ambiente que tenha luz amarela a impressão que teremos é que a camisa é branca.
- 4- Existe uma limitação natural nos nossos sentidos, que nos levam a considerar as coisas segundo sua perspectiva.

¹ Suspendendo os juízos (*Epokhé*) sobre todas as coisas que apresentarem a menor possibilidade de erro ou falsidade.

Portanto, os sentidos não nos dão a conhecer as coisas e constituem-se em uma fonte inesgotável de erros e ilusões. Encontramos, neste primeiro grau da dúvida, uma desqualificação dos sentidos para a formação do conhecimento verdadeiro.

No segundo argumento, que estende e radicaliza a dúvida, Descartes pondera sobre a limitação do argumento anterior (erro dos sentidos), pois enganar-se com relação às coisas distantes e pouco sensíveis não lhe dá possibilidade de duvidar de todas as questões sensíveis, como, por exemplo, “que eu esteja aqui sentado junto ao fogo e vestido com este chambre”.

Descartes, então, constrói o segundo argumento, que é o do sonho. Há uma possibilidade que eu esteja, neste momento em que escrevo, dormindo e tudo não passa de ilusões produzidas em meus sonhos. Este argumento duvida das certezas que tenho quando estou em vigília, pois há uma possibilidade de que tudo aquilo que eu trato como o mais verdadeiro não passe de ilusões produzidas por eu mesmo em meu sonho e que, portanto, devo suspender os meus juízos sobre a verdade acerca de todas essas coisas que percebo quando estou acordado.

O argumento do sonho tem a função de estender e radicalizar a dúvida e de levar a uma impossibilidade nas afirmações que realizamos sobre todas as questões sensíveis e aquelas que temos em nossa vivência ordinária.

No entanto, quer eu esteja sonhando quer eu esteja acordado, algumas verdades não são afetadas por esses argumentos, sobretudo as verdades matemáticas (que dois mais três seja cinco etc.).

Dentro dessa argumentação, será elaborado o terceiro argumento que estende e radicaliza a dúvida, o argumento do Deus Enganador². A idéia fundamental deste argumento é partir de certa opinião de que há um Deus que me criou e que poderia ter me criado de tal forma que me enganasse sobre tudo o que penso. Admitindo essa hipótese chegamos ao argumento que a minha natureza é tal que me engana sobre tudo o que penso e, ainda mais, que me dá a falsa impressão que tudo é verdadeiro. A dúvida torna-se generalizada e radical a partir desse argumento. Como diz Descartes (1973, p. 124), no começo da Segunda Meditação:

A Meditação que fiz ontem encheu-me o espírito de tantas dúvidas, que doravante não está mais em meu alcance esquecer-las. E, no entanto, não vejo de que maneira poderia resolvê-las; e, como se de súbito tivesse caído

² Deus Enganador e Gênio Maligno possuem a mesma função, porém, o gênio maligno possui uma função psicológica, isto é, o engano acontece por que ele produz as ilusões no exato momento em que penso e a falsa impressão de que são verdadeiras.

em águas muito profundas, estou de tal modo surpreso que não posso nem firmar meus pés no fundo, nem nadar para me manter à tona.

A dúvida na Primeira Meditação possui essa função de tornar-se radical e hiperbólica para possibilitar o alcance da verdade que caracteriza-se pela Clareza e Distinção, isto é, a verdade apresentar-se-á com um grau de certeza e evidência que nenhuma suposição cética poderá questioná-la.

A Segunda Meditação terá como propósito encontrar a verdade ou um ponto fixo e seguro que inaugurará as cadeias de verdades ou certezas.

A partir daí temos o argumento que leva à conquista da primeira verdade. Neste processo empreendido na Primeira Meditação será que se colocou em dúvida a própria existência?

Certamente não, a existência estava assegurada no ato do pensar. Eu sou, eu existo como coisa que pensa (*res cogitans*).

Diz Descartes (1973, p. 125-126):

De sorte que, após ter pensado bastante nisto e de ter examinado cuidadosamente todas as coisas, cumpre enfim concluir e ter por constante que esta proposição, eu sou, eu existo, é necessariamente verdadeira todas as vezes que a enuncio ou que a concebo em meu espírito.

Eu tenho a certeza de que sou uma coisa que pensa, mas o que é uma coisa que pensa? “É uma coisa que duvida, que concebe, que afirma, que nega, que quer, que não quer, que imagina também e que sente.”(DESCARTES, 1973, p. 130).

É sobre este ponto fixo (que é o pensamento), que Descartes solidificará a questão do conhecimento e da verdade.

O conhecimento das coisas é elaborado pelo pensamento e a experiência não fornece senão dados mutáveis e aparentes.

Na Segunda Meditação, portanto, Descartes revela a esperança de encontrar ao menos uma coisa que seja “certa e indubitável”. E, ao longo da Meditação, isto é alcançado através da certeza do *cogito*, que é apresentado como uma proposição que “é necessariamente verdadeira, todas as vezes que a enuncio ou que a concebo em meu espírito”(DESCARTES, 1973, p.126). Após refletir sobre esta primeira certeza, Descartes, mais à frente, conquista a segunda: a determinação da essência do Eu como “coisa pensante” (DESCARTES, 1973, p.126-130). O restante da meditação é dedicado a mostrar como essa “coisa pensante” é mais fácil de conhecer do que o corpo.

O caminho seguido na Terceira Meditação, onde são apresentados os argumentos que procuram provar a existência de Deus, confirma a procura

cartesiana por um “porto seguro”, verdades claras e distintas que seriam indubitáveis e que poderiam servir de base sólida e segura para a construção do edifício da ciência. A Prova da existência de Deus é condição necessária para que o conhecimento possa se referir a algo, pois sem provar que Deus é bom e veraz não é possível falar em verdades sobre as coisas – que poderiam ser ilusões causadas por um Deus Enganador.

Nas 4^a, 5^a e 6^a Meditações são elaboradas verdades claras e distintas que possibilitarão explicar o fundamento do erro, do conhecimento das coisas materiais, da distinção e união do pensamento com o corpo etc. Portanto, a filosofia de Descartes elabora uma forma de pensar o conhecimento como trabalho subjetivo, pois o *cogito* é a evidência e certeza que nenhuma suposição cética pode abalar.

2.2 A estratégia baconiana de busca da verdade

No *Novum Organum* de Francis Bacon há alguns trechos significativos que nos ajudam a compreender como este autor encarava a questão da busca da verdade. No aforismo LXI da referida obra o autor afirma:

Ainda que seja de utilidade nula a refutação particular de sistemas, diremos algo das seitas e teorias e, a seguir, dos signos exteriores que denotam a sua falsidade; e, por último, das causas de tão grande infortúnio e tão constante e generalizado consenso no erro. E isso para que se torne menos difícil o acesso à verdade e o intelecto humano com mais disposição se purifique e os ídolos possa derrogar. (BACON, 1999, p.48).

Este trecho, que nos fala sobre o acesso à verdade, se refere aos ídolos do teatro, aqueles que “[...] foram abertamente incutidos e recebidos por meio das fábulas dos sistemas e das pervertidas leis de demonstração”. Este ídolo, relacionado à influência das teorias, “[...] mas também nos numerosos princípios e axiomas das ciências que entraram em vigor, mercê da tradição, da credulidade e da negligência”(BACON, 1999, p.41), foi abordado por Bacon principalmente através da análise do que chamou de três falsas filosofias: a sofística, a empírica e a supersticiosa³. Este ídolo seria um dos quatro tipos de obstáculos que bloqueariam a mente humana.

Como exemplo mais importante do primeiro tipo de filosofia que irá criticar, Bacon cita Aristóteles, que teria corrompido a filosofia natural com sua dialética, ao impor distinções arbitrárias e inumeráveis à natureza das coisas, estando mais

³ A esse respeito ver aforismos LXIII a LXV.

preocupado em formular respostas e em apresentar algo de positivo através das palavras do que em investigar as coisas com maior detalhe.

Neste sentido Bacon afirma:

Pois Aristóteles estabelecia antes as conclusões, não consultava devidamente a experiência para estabelecimento de suas resoluções e axiomas. E tendo, ao seu arbítrio, assim decidido, submetia a experiência como a uma escrava para conformá-la às suas opiniões.(BACON, 1999, p.50).

A preferência de Bacon recaía sobre os pré-socráticos (Anaxágoras, Leucipo, Demócrito, Parmênides, Empédocles, Heráclito), cujo naturalismo se aproximaria mais de suas propostas.

O representante mais conhecido da escola empírica de filosofia seria Gilbert⁴, sendo a alquimia também um exemplo deste tipo de postura. As teorias desta escola dariam origem a opiniões “disformes e monstruosas”, pois estariam baseadas em poucos e obscuros experimentos, onde haveria a predominância da impaciência e da precipitação do intelecto, que saltaria, ou voaria, às leis gerais e aos princípios das coisas sem o necessário embasamento nas experiências.

A terceira corrupção da filosofia que Bacon analisa, seria aquela resultante da superstição, que apareceria com freqüência mesclada à teologia, conduzindo a interpretações fantasiosas, quase poéticas, inspiradas pela ambição intelectual. Como exemplo, Bacon cita Pitágoras, cujas idéias teriam aparecido mescladas a uma “superstição tosca e grosseira”. Mas identifica como mais sutil e perigoso o exemplo de Platão, criticando o uso, nele e em outras escolas, das “[...] formas abstratas, causas finais, causas primeiras [...].”

Ao comentar a tentativa de seu contemporâneo, o teósofo e rosa-cruz Robert Fludd, de construir uma filosofia natural com base no primeiro capítulo do Gênesis, Bacon afirma:

É da maior importância coibir-se e frear esta inanidade, tanto mais que dessa mescla danosa de coisas divinas e humanas não só surge uma filosofia absurda, como também uma religião herética. Em vista do que é sobremodo salutar outorgar-se, com sóbrio espírito, à fé o que à fé pertence. (BACON,1999, p.51)

Para os objetivos que temos em mente nesta tese é relevante notarmos que Bacon se refere a um processo de purificação do intelecto, que levaria à superação das influências deste tipo de ídolo, possibilitando o acesso à verdade. Trata-se, portanto, como nos outros ídolos, de um processo em que a verdade é buscada e

⁴ William Gilbert (1540-1603) autor do “De Magnete”.

alcançada **pelo indivíduo**, é um projeto subjetivo de busca da verdade, onde se pretende alcançar, ao final, algo certo, indubitável e válido para sempre.

Um dos outros ídolos seria o da tribo, que estaria fundado na própria natureza humana, o exemplo mais claro seriam os obstáculos representados pelas limitações de nossos sentidos, a esse respeito Bacon afirma:

Na verdade, os sentidos, por si mesmos, são algo débil e enganador; nem mesmo os instrumentos destinados a ampliá-los e aguçá-los são de grande valia. E toda verdadeira interpretação da natureza se cumpre com instâncias e experimentos oportunos e adequados[...].(BACON, 1999, p.44).

No início do aforismo L, Bacon afirma: “Mas os maiores embaraços e extravagâncias do intelecto provêm da obtusidade, da incompetência e das falácias dos sentidos”. Mas logo abaixo, no aforismo LI declara que “[...]o intelecto humano, por sua própria natureza, tende ao abstrato, e aquilo que flui, permanente lhe parece. Mas é melhor dividir em partes a natureza que traduzi-la em abstrações(BACON, 1999, p.44).

E cita, na seqüência, como exemplo deste procedimento adequado, a escola de Demócrito, que teria, mais do que as outras, penetrado os segredos da natureza.

Isto afirmado, àquela época, revela a perspicácia de Bacon e sua confiança na adequação do método que propunha. No entanto, as críticas à “incompetência e falácia dos sentidos” apresentam-se misturadas às considerações sobre o intelecto, como revela o início do aforismo LI e os aforismos XLV a XLIX, onde mais aparecem as influências que os sentidos recebem do intelecto - mesmo que através de simples antecipações sem apoio nos fatos (aforismos XLVI e XLVII) ou preferências (aforismo XLIX) – do que propriamente debilidades dos sentidos em si.

A própria apresentação do que poderia ser entendido como este tipo de ídolo parece apresentar coisas que poderiam ser classificadas entre os outros ídolos. Vejamos:

Tais são os ídolos a que chamamos de ídolos da tribo, que têm origem na uniformidade da substância espiritual do homem, *ou nos seus preconceitos*, ou bem nas suas limitações, ou na sua contínua instabilidade; ou ainda *na interferência dos sentimentos* ou na incompetência dos sentidos ou **no modo de receber impressões**. (grifos nossos) (BACON, 1999, p.44).

Fica-se com a impressão que os trechos em itálico poderiam ser também classificados, como veremos a seguir, como ídolos da caverna, e o trecho em negrito como ídolo do teatro. Como foge ao objetivo desta tese uma análise mais pormenorizada destes aspectos, voltamos a nos concentrar nos ídolos tais quais

Bacon nos apresenta, para refletirmos, a seguir, a respeito da estratégia baconiana de busca da verdade.

O outro ídolo seria o da caverna, que seria aquele dos homens enquanto indivíduos, “pois cada um – além das aberrações próprias da natureza humana em geral – tem uma caverna ou uma cova que **intercepta e corrompe a luz da natureza**”(grifo nosso). Esses ídolos teriam sua origem “[...]na peculiar constituição do corpo e da alma de cada um e também na educação e no hábito ou em eventos fortuitos.”(BACON, 1999, p.40).

No aforismo LIV, Bacon afirma que este tipo de ídolo levaria a distorções e corrupções daquilo que estaria sendo estudado em favor de fantasias anteriores, e cita novamente Aristóteles, que teria submetido sua filosofia natural à lógica, os alquimistas, que teriam elaborado uma filosofia apoiada em alguns poucos experimentos e Gilbert, que teria concebido toda uma filosofia de acordo com seus interesses e se apoiado somente na observação do magneto.

Nos aforismos seguintes (LV a LVII) Bacon aborda a questão das diferenças entre os engenhos (uns aptos a notar as diferenças das coisas, outros a semelhança), das diferenças de preferência entre o que é antigo e o que é novo e das diferenças entre os que, no estudo da natureza, se dedicam aos elementos simples e os que se preocupam só com as estruturas e composições. Em suas considerações, Bacon se mantém fiel ao princípio aristotélico da justa medida e do caminho do meio.

É interessante se perceber, em relação aos ídolos da caverna, que na medida em que se fala na influência da educação e do hábito, se teria que considerar, também, os ídolos do teatro, pois o que estaria influenciando, através dos hábitos e da educação, seriam as teorias, ou melhor, na expressão de Bacon, as falsas filosofias.

O quarto ídolo seria o do foro, a respeito do qual Bacon afirma: “com efeito, os homens se associam graças ao discurso, e as palavras são cunhadas pelo vulgo. E as palavras, impostas de maneira imprópria e inepta, bloqueiam espantosamente o intelecto.”(BACON, 1999, p.41). Bacon classifica esses ídolos em duas espécies: nomes de coisas que não existem (fortuna, primeiro móvel, órbitas planetárias (sic), elemento fogo) e nomes de coisas que existem, mas que foram mal abstraídas das coisas e por isso se apresentam confusos (como o conceito de “úmido”). Haveria

também palavras deficientes que designariam ação (gerar, corromper, alterar) e as indicativas de qualidade (pesado, leve, tênue, denso).

De acordo com Bacon, as palavras exerceriam influência sobre o intelecto, conduzindo a disputas “magnas e solenes” que acabariam em discussões sobre palavras e nomes, tornando com freqüência a Filosofia e a Ciência sofisticadas e inativas (BACON, 1999, p.46).

O caminho para combater a influência desses ídolos, segundo Bacon, seria “restaurar a ordem, começando pelas definições”(BACON, 1999, p.47). Mas logo a seguir conclui que “palavras engendram palavras”, o que tornaria necessário ir aos fatos particulares, “às suas próprias ordens e séries”. **Vale notar que o ordenamento, segundo Bacon, e em oposição à concepção de Popper e de grande parte da epistemologia atual, estaria na própria natureza, não sendo, e não devendo ser, algo elaborado pelo homem.**

Segundo Bacon, deveríamos estar atentos à influência desses ídolos, não permitir as suas interferências seria o primeiro passo para se atingir a meta desejada. E a respeito desta meta o autor afirma:

Contudo, se de toda essa multidão alguém se dedica com sinceridade à ciência por si mesma, ver-se-á que se volta mais para a variedade das especulações e das doutrinas que para uma inquirição severa e rígida da verdade. (BACON, 1999, p.64).

E um pouco mais abaixo, no início do aforismo LXXXII Bacon escreve:

Ademais, o fim e a meta da ciência foram mal postos pelos homens. Mas, ainda que bem postos, a via escolhida é errônea e impérvia. E é de causar estupefação, a quem quer que de ânimo avisado considere a matéria, constatar que nenhum mortal se tenha cuidado ou tentado a peito traçar e estender ao intelecto humano uma via, a partir dos sentidos e da experiência bem fundada, mas que, ao invés, se tenha tudo abandonado ou às trevas da tradição, ou ao vórtice e torvelinho dos argumentos ou, ainda, às flutuações e desvios do acaso e de uma experiência vaga e desregrada. Indague agora o espírito sóbrio e diligente qual o caminho escolhido e usado pelos homens para a investigação e descoberta da verdade. (BACON, 1999, p.64).

O caminho a ser seguido passa pelo uso da experiência, segundo Bacon, não a experiência pura e simples, assistemática e de uso pelo senso comum, mas uma que pudesse garantir os resultados almejados. A esse respeito Bacon afirma:

Os fundamentos da experiência – já que a ela sempre retornamos – até agora ou foram nulos ou foram muito inseguros. Até agora não se buscaram nem se recolheram coleções de fatos particulares, em número, gênero ou em exatidão, capazes de informar de algum modo o intelecto. Mas, ao contrário, os doutos, homens indolentes e crédulos, acolheram para estabelecer ou confirmar a sua filosofia certos rumores, quase mesmo sussurros ou brisas de experiências, a que, apesar de tudo, atribuíram valor de legítimo testemunho. (BACON, 1999, p.77-78).

Ainda a respeito da experiência, Bacon afirma no aforismo C:

Deve-se buscar não apenas uma quantidade muito maior de experimentos, como também de gênero diferente dos que até agora nos têm ocupado. Mas é necessário, ainda, introduzir-se um método completamente novo, uma ordem diferente e um novo processo, para continuar e promover a experiência. Pois a experiência vaga, deixada a si mesma, como antes já se disse, é um mero tateio, e presta-se mais a confundir os homens que a informá-los. Mas quando a experiência proceder de acordo com leis seguras e de forma gradual e constante, poder-se-á esperar algo de melhor da ciência. (BACON, 1999, p.79).

E é a este detalhamento a respeito da experiência que o autor se dedica nos aforismos seqüentes, inclusive com indicações a respeito da indução e de como este processo poderia, desde que adequadamente seguido, constituir um dos axiomas das ciências.

Em relação aos interesses desta tese, que conduziram a seleção dos trechos de Bacon, cabe ressaltar que a proposta do autor de depuração dos ídolos, é um projeto centrado no indivíduo. A verdade, a ser alcançada no final da etapa, só é conseguida nesta jornada subjetiva, que passa por um cuidadoso processo de afastamento de toda influência nociva dos ídolos e pela adoção da metodologia baseada na experimentação.

Este caráter subjetivo, individual, de busca da verdade, também presente em Descartes, como ressaltamos, se opõe à proposta de Popper, onde a busca da verdade (esta apenas um farol, inalcançável, que orienta a busca) se apresenta como um projeto intersubjetivo, da comunidade dos cientistas, conforme veremos mais à frente.

2.3 Popper e o racionalismo e o empirismo

Um dos pontos mais relevantes do debate entre empiristas e racionalistas diz respeito à questão da verdade e de como ela poderia ser alcançada. Há um texto de Karl Popper, denominado "As origens do conhecimento e da ignorância" (POPPER, 1972), em que as duas tradições são apresentadas de forma a facilitar a compreensão do posicionamento do autor, que discorda de ambas as doutrinas, embora se considere, em certo sentido, um empirista e um racionalista.

A sua principal crítica a essas doutrinas se refere ao que ele considera como o "otimismo epistemológico" dessas duas tradições, que atribuem à observação (empirismo) e à razão (racionalismo) o papel de fontes últimas e legítimas do

conhecimento. A esse respeito afirma:

No centro desta nova visão otimista da possibilidade do conhecimento está a doutrina de que a verdade é evidente. A verdade pode encontrar-se velada, mas pode revelar-se. Se não se revelar por si só, poderemos revelá-la, embora isto nem sempre seja fácil. Mas, quando a verdade nua se apresenta diante de nós, podemos vê-la, distingui-la da falsidade e saber que é a verdade.

O nascimento da Ciência e da tecnologia modernas inspirou-se nesta epistemologia otimista, cujas figuras mais proeminentes foram Bacon e Descartes. Esses filósofos ensinavam que não havia necessidade de apelar para a autoridade em assuntos relacionados com a busca da verdade porque cada homem traz consigo as fontes do conhecimento: seja na sua capacidade de percepção pelos sentidos, que pode utilizar ao observar cuidadosamente a natureza, seja no poder de intuição intelectual que empregará para distinguir a verdade da falsidade, recusando-se a aceitar qualquer idéia que não seja clara e distintamente percebida pelo intelecto. (POPPER, 1972, p.33)

Sobre o "otimismo epistemológico", Popper afirma que um de seus pontos principais seria a "doutrina da verdade evidente". Esta doutrina defende a visão otimista de que a verdade pode ser alcançada, de que a percebemos sem dificuldade quando nos deparamos com ela. Seria necessário apenas utilizarmos corretamente os nossos sentidos e a razão. A esse respeito, afirma Popper:

Essa doutrina constitui o âmago dos ensinamentos de Descartes e Bacon. Descartes baseou sua epistemologia otimista na importante teoria da veracitas Dei: aquilo que distinguimos claramente como sendo a verdade será de fato verdadeiro; do contrário, Deus nos estaria enganando. Logo, a autenticidade de Deus forçosamente torna a verdade evidente.

Em Bacon encontramos uma doutrina semelhante, que pode ser descrita como a doutrina da veracitas naturae: a autenticidade da natureza. A natureza é um livro aberto, e quem o ler com a mente pura, não o interpretará erradamente. Só incorrerá em erro quem tiver a mente deturpada. (POPPER, 1972, p.35).

Porém, como observa Popper, a "doutrina da verdade evidente" leva à necessidade de se explicar a falsidade. Se a verdade é evidente, como poderíamos errar? O principal argumento afirma que erramos porque sofremos influência de preconceitos impostos pela educação e pela tradição (POPPER, 1972, p.35). Tais influências perverteriam nossas mentes, originalmente puras e aptas para captar a verdade, levando-nos a cometer erros. Essas influências deturpariam nossa capacidade original de chegarmos à verdade através dos sentidos e da razão.

As epistemologias⁵ de Descartes e Bacon, afirma Popper, se caracterizam por um nítido traço antiautoritário e antitradicionalista (POPPER, 1972, p.43), elas exigem a "purificação" dos nossos sentidos e da nossa mente através do abandono de todo preconceito e de todas as crenças que não forem estabelecidas pela

⁵ O termo pode ser utilizado como Filosofia da Ciência ou certo modo de questionar o fazer científico. No entanto, utilizamos, nesse momento, como teoria do conhecimento.

autoridade da razão e dos sentidos purificados.

Essas epistemologias se colocaram em confronto contra a autoridade e a tradição; contra a autoridade da igreja, de Aristóteles, das demais escolas da Idade Média, e contra a tradição de séculos de cultura. No entanto, no entender de Popper, Bacon e Descartes não conseguiram libertar da autoridade suas epistemologias. Sobre isto afirma:

A despeito das suas tendências individualistas, aqueles filósofos não ousaram fazer apelo a nosso julgamento crítico; possivelmente porque pensavam que isso levaria ao subjetivismo e à arbitrariedade. Com efeito, quaisquer que tenham sido as razões disso, não foram capazes de deixar de pensar em termos de autoridade, por mais que pretendessem fazê-lo. A única coisa que conseguiram foi substituir uma autoridade - Aristóteles, ou a Bíblia - por outra. Um apelou para a autoridade dos sentidos; o outro para a autoridade do intelecto. (POPPER, 1972, p.43)

De acordo com a concepção de Popper, o problema das epistemologias de Descartes e Bacon (e, por extensão, das tradicionais escolas racionalistas e empiristas) consiste na insistência com que buscaram uma base sólida e segura para o conhecimento. O problema está em que essas epistemologias julgaram o caráter científico das teorias, e a validade do conhecimento nelas expresso, a partir da avaliação de seu ponto de partida, ou seja, existiria a necessidade de uma base sólida, segura, um inquestionável ponto de partida a partir do qual se poderia erigir o edifício da ciência. Um edifício que, se for construído sobre bases bem sólidas, e se obedecer a uma construção lógica e metodológica rigorosa, poderia se mostrar inabalável.

No entender de Popper, essas tentativas em erigir a ciência como um edifício de idéias inatacável e solidamente estruturado constitui um problema: porque o conhecimento humano, limitado e falível, não se coaduna com a pretensão de tal objetivo.

2.4 O problema da indução em David Hume

Na seção “Dúvidas céticas sobre as operações do entendimento” da obra *Investigação acerca do entendimento humano*, ao comparar os objetos da razão humana, Hume os divide em dois tipos básicos: relações de idéias e relações de fatos. Aos primeiros, pertenceriam “as ciências da geometria, da álgebra e da aritmética”, assim como “toda afirmação que é intuitivamente ou demonstrativamente certa”, como o enunciado “o quadrado da hipotenusa é igual à soma do quadrado

dos dois lados” ou a proposição “três vezes cinco é igual à metade de trinta”(HUME, 1972, p.29-30). De acordo com Hume, tais proposições não dependeriam de algo existente na realidade e poderiam ser descobertas pela simples operação do pensamento.

Em contrapartida, os objetos da investigação humana concernentes às relações entre fatos não teriam a mesma evidência de sua verdade:

O contrário de um fato qualquer é sempre possível, pois, além de jamais implicar uma contradição, o espírito o concebe com a mesma facilidade e distinção como se ele estivesse em completo acordo com a realidade. *Que o sol não nascerá amanhã*, é tão inteligível e não implica mais contradição do que a afirmação *que ele nascerá*. Podemos em vão, todavia, tentar demonstrar sua falsidade. Se ela fosse demonstrativamente falsa, implicaria uma contradição e o espírito nunca poderia concebê-la distintamente.(HUME, 1972, p.30).

Um pouco mais à frente deste trecho, após enfatizar a relevância de se investigar o que nos daria segurança para afirmarmos algo a respeito de fatos que não estariam ao alcance atual de nossos sentidos, e de observar que esses raciocínios a respeito dos fatos se fundariam na relação de causa e efeito, Hume afirma:

Ousarei afirmar, como proposição geral, que não admite exceção, que o conhecimento desta relação não se obtém, em nenhum caso, por raciocínios *a priori*, porém nasce inteiramente da experiência quando vemos que quaisquer objetos particulares estão constantemente conjuntados entre si.(HUME, 1972, p.31).

O autor observa, na seqüência, para enfatizar sua crítica de que as relações de causa e efeito não se baseiam em raciocínios *a priori* a respeito das qualidades dos objetos que nos aparecem aos sentidos que, mesmo que Adão tivesse, desde o início, uma racionalidade perfeita, não poderia concluir, da fluidez e da transparência da água, que esta o afogaria, ou do calor e da luz do fogo, que este o queimaria.

Para fortalecer seu posicionamento, Hume apresenta, na continuidade, alguns exemplos de que a análise dos fatos ou objetos, isoladamente e *a priori*, não nos permitiria descobrir suas causas ou efeitos. Neste sentido o autor cita o exemplo da explosão da pólvora, a atração da pedra-ímã e a bola de bilhar que desliza em linha reta na direção de outra.(HUME, 1972, p.36).

No início da segunda parte da seção “Dúvidas céticas sobre as operações do entendimento”, Hume observa que a resposta a uma pergunta acabou conduzindo a outra pergunta, gerando uma seqüência. Assim, à pergunta “qual é a natureza de todos os nossos raciocínios sobre os fatos?”, a resposta foi: baseiam-se na relação de causa e efeito. Em relação a essa resposta se poderia perguntar: “qual é o

fundamento de todos os nossos raciocínios e conclusões sobre essa relação?”, e a resposta seria: a experiência. Mas ainda se poderia perguntar “qual é o fundamento de todas as conclusões derivadas da experiência?”

A importância desta última pergunta é explicitada na seqüência quando Hume afirma:

Pode-se admitir que a *experiência* passada dá somente uma informação *direta e segura* sobre determinados objetos em determinados períodos do tempo, dos quais ela teve conhecimento. Todavia, é esta a principal questão sobre a qual gostaria de insistir: porque esta experiência tem de ser estendida a tempos futuros e a outros objetos que, pelo que sabemos, unicamente são similares em aparência?(HUME, 1972, p.37-38).

A curiosidade de Hume se volta, portanto, para aquilo que faria os homens considerarem a experiência uma autoridade tão forte e inquestionável.

Será na seção “Solução cética destas dúvidas” que Hume recolocará esse problema e apresentará uma resposta. O autor observa que ao inferirmos, pela existência de um objeto, que outro aparecerá, é uma conclusão à qual chegamos sem conhecermos qualquer “poder oculto mediante o qual um dos objetos produziu o outro; e não será um processo do raciocínio que o obriga a tirar esta inferência.”(HUME, 1972, p.45-46).

Que princípio então nos levaria a inferir a existência de um objeto pelo aparecimento de outro? De acordo com Hume este princípio seria o costume ou o hábito, e a esse respeito afirma:

Talvez não podemos levar nossas investigações mais longe e nem aspiramos dar a causa desta causa; porém, devemos contentar-nos com que o costume é o último princípio que podemos assinalar em todas as nossas conclusões derivadas da experiência.(HUME, 1972, p.46).

Portanto, para Hume, todas as conclusões baseadas na experiência são efeitos do costume e não da razão. O costume seria, portanto, o “grande guia da vida humana” (HUME, 1972, p.47). E esse costume nada mais seria do que a *crença*, aquela, por exemplo, de esperar a sensação de frio após o contato com a neve, em função da experiência de conjunção constante desses eventos anteriormente percebidos. A esse respeito, Hume afirma:

Todas as vezes que um objeto se apresenta à memória ou aos sentidos, pela força do costume a imaginação é levada imediatamente a conceber o objeto que lhe está habitualmente unido; esta concepção é acompanhada por uma maneira de sentir ou sentimento, diferente dos vagos devaneios da fantasia. Eis toda a natureza da crença.(HUME, 1972, p.49-50).

Ao analisar a idéia de conexão necessária, que estaria associada à idéia de causa, Hume afirma que ao considerarmos um objeto isoladamente pensando na

ação de possíveis causas, “não somos jamais capazes, a partir de um único caso, de descobrir algum poder ou conexão necessária, alguma qualidade que ligasse o efeito à causa e tornasse um a conseqüência infalível do outro.”(HUME, 1972, p.62).

Na parte final da seção “Da idéia de conexão necessária”, ao recapitular o conteúdo, Hume relembra que não há nada, quando analisamos casos isolados, que possa produzir a idéia de conexão necessária. No entanto, quando aparecem vários casos uniformes e um mesmo objeto ou evento é sempre seguido de outro, então começamos a considerar a idéia de causa e conexão. O autor esclarece então que o que está em jogo, dando apoio para as idéias de causa e conexão, é o nosso *sentimento* e não a razão:

Nós *sentimos* então um novo sentimento, ou nova impressão, ou seja, uma conexão costumeira no pensamento ou na imaginação entre um objeto e o seu acompanhante habitual; e este sentimento é a origem da idéia que procuramos.”(HUME, 1972, p.74).

E é exatamente esta base no *sentimento e na crença* que incomoda Popper, que interpreta a admissão da influência deles como concessões problemáticas aos ceticismos e irracionalismos.

2.5 A solução de Popper para o problema da indução de Hume

A questão da verdade, em Karl Popper, está ligada de forma direta à sua abordagem do problema da indução de David Hume. A apresentação das idéias de Popper por seus comentaristas e aquelas feitas pelo próprio autor, tanto em *A Lógica da Pesquisa Científica* (POPPER, 1974), como em *Conhecimento Objetivo* (POPPER, 1975) e de uma forma um pouco modificada em *Conjecturas e Refutações* (POPPER, 1972) são estruturadas a partir da abordagem popperiana do problema apresentado por Hume. Os questionamentos apresentados por Hume, para aqueles que se deram ao trabalho de considerá-los, abalaram algumas certezas (mais particularmente as dos partidários do empirismo) e abriram espaço para o questionamento do que Popper descreveu como “otimismo epistemológico”.

De acordo com Popper, Hume estaria interessado no conhecimento humano, em desvendar seus limites e capacidades, em saber se alguma de nossas crenças “[...]poderia ser justificada por razões suficientes[...]" (POPPER, 1975, p.15). Ou seja, Hume estava também preocupado com a questão das bases a partir das quais se ergue o conhecimento humano. Segundo Popper, Hume teria levantado dois

problemas. Um problema lógico (HI) e um problema psicológico (Hps). A formulação do problema lógico seria a seguinte:

HI: Somos justificados em raciocinar partindo de exemplos (repetidos), dos quais temos experiência, para outros exemplos (conclusões), dos quais não temos experiência?

A resposta de Hume a HI é: Não, por maior que seja o número de repetições. (POPPER, 1975, p.15).

A formulação do problema psicológico seria a seguinte:

Hps: Por que, não obstante, todas as pessoas sensatas esperam, e crêem que exemplos de que não têm experiências conformar-se-ão com aqueles de que têm experiência? Isto é: Por que temos expectativas em que depositamos grande confiança?

A resposta de Hume a Hps é: Por causa do "costume ou hábito"; isto é, porque somos condicionados pelas repetições e pelo mecanismo da associação de idéias, mecanismo sem o qual, diz Hume, dificilmente poderíamos sobreviver. (POPPER, 1975, p.15).

Segundo Popper, tais resultados levaram Hume, "[...]umas das mentes mais racionais que já houve[...]", a transformar-se num cético e, ao mesmo tempo, num crente em uma epistemologia irracionalista (POPPER, 1975,p.16).

O resultado das conclusões de Hume é de que a repetição não pode servir de argumento para as generalizações. E o fato de que isso ocorra com freqüência, ou seja, que acreditemos que exemplos de que não temos experiência conformar-se-ão com aqueles de que temos experiência, apenas comprova que nosso conhecimento é da natureza de uma crença, "[...]mas de crença racionalmente indefensável - de uma fé irracional" (POPPER, 1975, p.16).

As conseqüências das idéias de Hume foram encaradas com preocupação por cientistas, filósofos e intelectuais que julgavam que, no conhecimento humano, a razão desempenhava um papel fundamental. Esta preocupação pode ser traduzida pelas palavras de Bertrand Russel, que são citadas por Popper em *Conhecimento Objetivo*:

Assim, é importante descobrir se há alguma resposta a Hume dentro de uma filosofia que seja inteira ou principalmente empírica. Se não houver, não há diferença intelectual entre a sensatez e a demência. O lunático que acredita ser um ovo escaldado só será condenado com base em que pertence a uma minoria (POPPER, 1975, p.16).

Segundo Popper, Russel observa ainda que, se a indução for rejeitada, toda tentativa para se estabelecer leis científicas gerais a partir de observações particulares será inválida. Portanto, de acordo com Russel, a resposta de Hume ao problema da indução estaria em choque com a racionalidade, o empirismo e os procedimentos científicos.

Essas conclusões são igualmente preocupantes para Popper, que apesar de não se filiar às escolas do empirismo e do racionalismo tradicionais é, a seu modo, um racionalista e um filósofo que absorveu muitas contribuições do empirismo. As semelhanças e diferenças das idéias de Popper em relação ao racionalismo e ao empirismo tradicionais aparecem com mais clareza quando o autor apresenta sua solução para o problema de indução de Hume. A solução de Popper para este problema inclui uma reformulação do mesmo. Esta reformulação teria em vista uma expressão objetiva e lógica do problema. Popper afirma:

Formulei o problema lógico de indução de Hume do seguinte modo:

L1: Pode a alegação de que uma teoria explanativa universal é verdadeira ser justificada por "razões empíricas"; isto admitindo a verdade de certas asserções de teste ou asserções de observação (que, pode-se dizer, são "baseadas em experiência")?

Minha resposta ao problema é a mesma de Hume: Não, não pode. Nenhuma quantidade de asserções de teste verdadeiras justificaria a alegação de que uma teoria explanativa universal é verdadeira.

Mas há um segundo problema lógico, L2, que é generalização de L1. Obtém-se de L1 simplesmente substituindo as palavras "é verdadeira" por "é verdadeira, ou é falsa":

L2: Pode a alegação de que uma teoria explanativa universal é verdadeira, ou é falsa, ser justificada por "razões empíricas"; isto é, pode a admissão da verdade de asserções de teste justificar a alegação de que uma teoria universal é verdadeira, ou a alegação de que é falsa?

A este problema, minha resposta é positiva: Sim, a admissão da verdade de asserções de teste às vezes nos permite justificar a alegação de que uma teoria explanativa universal é falsa. (POPPER, 1975, p.18).

A importância da resposta afirmativa de Popper a L2 pode ser entendida se imaginarmos uma situação em que várias teorias explanativas concorrem para a solução de um problema, sendo que precisamos, ou ao menos desejamos, fazer uma escolha entre elas. Nestes casos, muito freqüentes na ciência, poderíamos manifestar a preferência por alguma das teorias concorrentes. Como estamos procurando uma teoria verdadeira, escolheremos, evidentemente, aquela cuja falsidade não foi estabelecida. Deste modo, estaríamos dando preferência a uma teoria por razões empíricas, mas num sentido que poderíamos denominar de negativo, ou seja, não escolhemos uma teoria por ela estar empiricamente comprovada (o que Hume demonstrou ser impossível), mas pelo fato de ela ainda não ter sido refutada.

Um outro aspecto importante da epistemologia de Popper emerge de sua análise do problema da indução de Hume. Sua resposta negativa a L1 (concordando com Hume), significa a impossibilidade de se estabelecer, a partir da observação "imparcial" dos dados empíricos, a base sólida e segura para o conhecimento científico, tão procurada pela escola empirista.

Essa resposta negativa representa a não aceitação do pilar central do empirismo. E como Popper observa, muitos empiristas se sentiram compelidos para o ceticismo em vista desses resultados (POPPER, 1975, p.16 e 31).

No entanto, a solução de Popper ao problema da indução de Hume (sua resposta positiva a L2), mostra que há uma alternativa. Embora tenhamos que admitir que o campo da ciência não é o solo seguro das certezas inabaláveis, mas uma área também sujeita a incertezas e reformulações.

A solução de Popper implica no reconhecimento do caráter não definitivo das teorias, mesmo daquelas que sobreviveram aos testes seletivos. Este fato é uma das conseqüências principais da resposta negativa a L1, pois por mais que uma teoria seja confirmada por "asserções de teste" ou "asserções de observação" (POPPER, 1975, p.18), ainda assim ela não poderia ser considerada verdadeira. Haveria sempre a possibilidade de ela vir a ser refutada por alguma experiência.

Em relação a este tema da refutação pela experiência, um intenso debate a respeito do que aconteceria de fato no decorrer do debate científico seguiu-se às contribuições de Popper,. Um dos interlocutores mais importantes foi Thomas Kuhn, que questionou, entre outras coisas, a idéia de que as teorias científicas pudessem ser abandonadas mediante a apresentação de refutações por experiências cruciais. Outros filósofos da ciência, como Imre Lakatos e Paul Feyerabend, contribuíram com esse debate (LAKATOS, 1979), que foi muito rico e auxiliou de maneira significativa a se entender um pouco melhor o que ocorre ao se fazer ciência. Devido à riqueza e complexidade deste debate, que para ser adequadamente abordado, exigiria uma outra tese de doutorado, estaremos aqui nos limitando a tentar entender o papel que o conceito de verdade possui na doutrina de Popper e porque o autor se preocupou tanto com ele, mesmo que sob a forma do conceito de verossimilhança, já que a verdade, no sentido de teorias científicas provadas como verdadeiras e, portanto, definitivas e eternas, não seria algo possível.

3 A CIÊNCIA EM KARL POPPER

Se avaliarmos que Popper conhecia a contribuição teórica do ceticismo, assim como o problema que Hume levantou e as conclusões que apresentou, uma questão pode ser levantada: o que teria levado Popper a ainda se apegar ao que teria restado do conceito de verdade, usando a sua terminologia, ao conceito de verossimilitude?

A preservação deste conceito está relacionado ao que Popper concebia como ciência, e ao seu funcionamento e desenvolvimento. Um dos aspectos mais relevantes da ciência, segundo Popper, seria sua necessidade de crescer, o que ele denominou de “sua sede de progresso” (POPPER, 1972, p.241).

Para Popper o progresso constante (no sentido de um contínuo aperfeiçoamento teórico) seria um aspecto essencial do caráter racional e empírico da ciência. De acordo com ele, se a ciência deixa de progredir, ela perde este seu caráter.

Esse progresso contínuo é que possibilitaria uma ciência racional e empírica. Poderia-se afirmar que esses dois aspectos são interdependentes. O fato de haver um progresso contínuo possibilitaria uma ciência racional e empírica, pois seria a garantia de que freqüentes modificações são possíveis que dariam sentido à realização de testes empíricos e ao processo de discussão e escolha racional das teorias. Se a Ciência se mostrasse refratária às modificações, não haveria sentido nos esforços de debate e escolha racional das teorias. Tais esforços se mostrariam inúteis se ocorresse o estabelecimento de uma teoria como a verdade definitiva em determinada ciência.

Em contrapartida, só se poderia afirmar que houve realmente progresso, desde que tivesse ocorrido discussão e escolha racional de teorias, baseadas em testes empíricos e norteadas por algo como um "alvo geral" da atividade científica (o critério de verossimilitude). Seria ao longo do debate, na busca por um lugar ao sol, que as teorias científicas seriam postas à prova; meticulosamente criticadas em seus aspectos teóricos e rigidamente observadas nos testes empíricos. E os testes seriam realizados tendo em vista alguns critérios para a escolha entre teorias concorrentes, sendo o mais importante deles o de aproximação da verdade. O fato desses critérios existirem, e das teorias poderem ser objetivamente analisadas e comparadas, permitiria se falar em um processo de escolha racional entre teorias

científicas.

3.1. O Caráter Provisório do Conhecimento Científico

Podemos discutir o caráter provisório do conhecimento em Popper a partir de sua leitura sobre como Kant enfrentou o problema da indução apresentado por Hume.

Segundo Popper, Kant compreendeu que a solução negativa dada por Hume ao problema da indução entrava em choque com a racionalidade e com o que, à época, se entendia por procedimento científico. Compreendeu também que a solução de Hume destruía a racionalidade dos fundamentos da dinâmica de Newton. Mas Kant não duvidava da veracidade da teoria de Newton; e como bom racionalista procurou uma resposta ao problema da indução de Hume que se harmonizasse com suas convicções (POPPER, 1975, p.94 e segs.).

Para Kant, Hume não havia considerado a possibilidade de haver um princípio de causalidade que fosse válido *a priori*. Se isto fosse possível, se alguém conseguisse mostrar a existência de um elo necessário entre causa e efeito, e que isso fosse válido *a priori*, então o problema lógico da indução de Hume estaria resolvido positivamente. Neste caso, então, estaríamos justificados em raciocinar partindo de exemplos repetidos, dos quais temos experiência; porque nós saberíamos que o princípio de causalidade, que opera entre os termos dos eventos de que temos experiência, é válido *a priori* (KANT, 1982, p.65 e segs.).

A busca de Kant se concentrou então em encontrar sentenças sintéticas que fossem válidas *a priori*. De acordo com Kant, poderíamos colocar sob essa qualificação, a aritmética, a geometria e o princípio de causalidade (KANT, 1982, p.47, p.65). Para Kant isto solucionava o problema de Hume. Mas poderia a verdade do princípio de causalidade ser estabelecida *a priori*? A esse respeito Popper afirma:

Aqui Kant entrou com sua "Revolução de Copérnico": foi o intelecto humano que inventou e impôs suas leis sobre o pântano dos sentidos, criando assim a ordem da natureza. Era uma teoria ousada. Mas ruiu logo que se verificou que a dinâmica de Newton não era válida *a priori*, mas uma hipótese maravilhosa, uma conjectura. Do ponto de vista do realismo de senso comum, um bom pedaço da idéia de Kant poderia reter-se. As leis da natureza são invenções nossa, são de feitura animal e de feitura humana, geneticamente *a priori* embora não válidas *a priori* (POPPER, 1975, p.95)

Não poderíamos, portanto, considerar teoria alguma como definitiva, como a teoria "verdadeira". De acordo com Popper, deveríamos encarar "todas as leis ou

teorias como hipotéticas ou conjecturais, isto é, como suposições" (POPPER, 1975, p.20)

Segundo esta perspectiva, a idéia de verdade desempenharia a função de uma "meta ideal" a ser atingida ou um ponto que fixamos como um objetivo ideal a ser perseguido. Como não sabemos quando atingimos esta "meta ideal" ou mesmo se ela pode ser atingida, nós a tomamos como um parâmetro do qual devemos nos aproximar ao máximo. Na concepção de Popper, todo nosso esforço deve se concentrar na busca de uma aproximação cada vez maior dessa "meta ideal" que é a verdade.

Esta postura de Popper, de considerar a verdade como uma "meta ideal" a ser sempre perseguida, encontra ainda hoje a resistência de vários opositores. Entre eles, todos aqueles que Popper considera terem uma posição dogmática e autoritária sobre a origem e veracidade das teorias científicas. E sob esta qualificação, se enquadrariam todos aqueles que sempre buscaram uma base sólida, segura e inquestionável para a ciência, e que a encararam como um ramo do saber onde a verdade, em sua forma definitiva e irrefutável, poderia ser estabelecida. Ou seja, de acordo com a concepção de Popper, os autores identificados com o racionalismo e empirismo clássico e seus seguidores.

Esta concepção de uma aproximação cada vez maior da verdade sugere a idéia de que haveria vários níveis ou "degraus" no caminho da busca da teoria verdadeira. E esta imagem realmente capta um aspecto da concepção de Popper a respeito do método científico. A teoria da "aproximação cada vez maior da verdade" contempla a idéia de que nossas teorias científicas estão sujeitas à refutação, ou seja, elas não são encaradas como definitivas, e podem ser falseadas e superadas por teorias melhores⁶.

Mas como, afinal, poderíamos julgar qual a melhor teoria? Este julgamento depende diretamente da concepção de ciência que se tem em mente ou, mais particularmente, das regras metodológicas que definem o que seria o método científico.

Em Popper, o critério que define o campo da ciência é a falseabilidade (POPPER, 1974, p.82). E é em função desse critério que são elaboradas as demais regras. Essas regras metodológicas seriam convenções que teriam como objetivo garantir a aplicabilidade do critério de demarcação.

⁶ A esse respeito, ver *A lógica da pesquisa científica*, cap.X, especialmente itens 84 e 85, e *Conhecimento objetivo*, primeira parte, especialmente itens 7,8 e 9.

De acordo com sua concepção de ciência, Popper oferece dois exemplos de regras metodológicas:

(1) O jogo da Ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova, e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo.

(2) Uma vez proposta e submetida a prova a hipótese e tendo ela comprovado suas qualidades, não se pode permitir seu afastamento sem uma "boa razão". Uma "boa razão" será, por exemplo, sua substituição por outra hipótese, que resista melhor às provas, ou o falseamento de uma consequência da primeira hipótese. (POPPER, 1975, p.56).

Esta idéia de "maior resistência às provas" deve ser examinada com mais detalhe para que se entenda de forma mais clara a questão da escolha entre teorias concorrentes.

De acordo com Popper, as teorias racionais não podem ser verificadas, no sentido de se estabelecer qualquer teoria como definitivamente verdadeira, mas podem ser "corroboradas". Segundo o autor, a corroboração de uma teoria está ligada aos testes a que foi submetida. Se uma teoria resiste bem aos vários testes a que é submetida, pode-se dizer que até aquele momento ela está corroborada (POPPER, 1974, p.302).

A idéia de um "grau de corroboração" maior ou menor está relacionada tanto à quantidade de testes pelo qual a teoria passou como por sua severidade. Em relação à quantidade de testes, estará melhor corroborada aquela teoria da qual se pode derivar uma maior quantidade de experimentos que coloquem em questão a veracidade de seu conteúdo e de suas previsões. Em relação à severidade, Popper afirma:

A severidade dos testes, por seu turno, depende do grau de testabilidade e, conseqüentemente, da simplicidade da hipótese: a hipótese falseável em maior grau ou a hipótese mais simples é, também, suscetível de corroboração em maior grau. O grau de corroboração efetivamente alcançado não depende, como é claro, apenas do grau de falseabilidade: um enunciado pode ser falseável em alto grau e, ainda assim, estar corroborado de maneira apenas superficial, ou estar falseado. (POPPER, 1974, p.293).

Desta forma, o grau de corroboração fornece as informações necessárias para se optar pela melhor teoria. E isto se daria não só no caso em que só reste uma como não refutada, mas também nos casos em que várias teorias, ainda não falseadas, são apresentadas como concorrentes.

Ao longo de toda a análise aqui desenvolvida sobre a concepção popperiana de ciência, uma característica esteve presente desde o início. Esta característica permeou todos os aspectos das considerações que se fez às teses de Popper, e

revelou sua importância na estruturação das ideias do autor a respeito do funcionamento da ciência: trata-se do seu antidogmatismo.

Este é um dos principais traços da concepção popperiana: a não aceitação do dogmatismo, a recusa em estabelecer uma autoridade incontestável, quer fossem os sentidos ou o intelecto/razão, como fonte última do conhecimento. Este não-dogmatismo de Popper pode ser captado em qualquer das suas obras onde ele procura criticar a busca, por parte de empiristas e racionalistas clássicos, de uma base sólida e segura para o conhecimento.

As críticas de Popper às "sentenças sintéticas válidas *a priori*" de Kant, e sua solução do problema da indução de Hume, acabaram por levá-lo a uma abordagem da qual decorre uma postura não-dogmática e não-autoritária sobre a origem e a veracidade das teorias científicas.

Na concepção de Popper, a questão da origem das teorias não representa um problema fundamental. Segundo Popper, não existe a tão procurada "base sólida e segura" do conhecimento, não existe um "porto seguro" do tipo "verdade clara e distinta", a partir do qual poderíamos construir, verdade após verdade, o edifício sólido e inabalável da ciência, tal como aparece em Descartes.

Segundo Popper, não é a origem da teoria que garante a sua validade ou seu caráter científico. A esse respeito afirma:

Por isso minha resposta às perguntas "Como sabes? Qual é a fonte ou a base da tua afirmativa? Que observações te levaram a ela?" seria: "Não sei; minha afirmativa é simplesmente uma opinião. Não importa sua fonte - ou fontes; há muitas fontes possíveis e posso não ter consciência de uma boa parte delas; de qualquer modo, as origens e os pedigrees têm pouco a ver com a verdade. Mas, se estás de fato interessado no problema que procurei resolver com a afirmativa que fiz, podes ajudar-me criticando-a com toda severidade de que fores capaz. Se puderes conceber um teste experimental para refutar o que disse, terei satisfação em te ajudar a refutá-lo, o melhor que possa." (POPPER, 1972, p.55).

Para Popper, são estas atitudes de crítica severa, buscas de testes experimentais, tentativas de refutação e espírito de aprimoramento que caracterizam a ciência.

Com esta postura, Popper procura se colocar em oposição aos autores que ele qualifica como racionalistas e empiristas clássicos (POPPER, 1972, p.32). Autores que, segundo ele, procuram definir a validade e o caráter científico das teorias a partir de seu ponto de partida; e que buscam a tão sonhada "base sólida, segura e inquestionável" a partir da qual as certezas definitivas da ciência pudessem ser estabelecidas.

É devido a esta concepção de ciência que Popper julga pouco importante a questão da origem das teorias. Para ele, deve-se avaliar uma teoria não pela sua origem, mas pelo exame crítico de seu conteúdo. E esta atitude crítica é, para Popper, uma das principais características da ciência. A esse respeito, o autor afirma:

A Ciência começa, portanto, com os mitos e a crítica dos mitos; não se origina numa coleção de observações ou na invenção de experimentos, mas sim na discussão crítica dos mitos, das técnicas e práticas mágicas. A tradição científica se distingue da tradição pré-científica por apresentar dois estratos; como esta última, ela lega suas teorias, mas lega também com elas, uma atitude crítica com relação e essas teorias. As teorias são transferidas não como dogmas mas acompanhadas por um desafio para que sejam discutidas e se possível aperfeiçoadas. (POPPER, 1972, p.80).

Para Popper a objetividade da ciência é fruto deste ambiente de crítica aberta, sincera e severa. A objetividade da ciência não dependeria da objetividade do cientista. Não seria o procedimento individual do cientista que garantiria tal objetividade, por mais que ele, individualmente, se esforce em ser crítico, isento de preconceitos e preferências, imparcial e objetivo.

Para Popper, não são esses esforços individuais que garantem a objetividade da ciência, embora o empenho individual pelo rigor lógico, pelo cuidado na formulação das teorias e pelo espírito crítico sejam importantes no processo de elaboração teórica. Mesmo porque, para o autor, seria impossível isolarmos a teoria de qualquer tipo de influência pessoal. A própria escolha de um tema de pesquisa ou de um problema já supõe preferências e interesses de ordem pessoal.

A objetividade na ciência seria fruto de um esforço coletivo. Ela seria o resultado da discussão intersubjetiva das teorias, seria fruto do debate crítico, aberto e rigoroso. A objetividade das teorias científicas seria garantida pelo processo de debate durante o qual elas se estabelecem como teorias merecedoras de atenção. É neste processo de debate que é forjado o caráter objetivo das teorias, através da discussão crítica, da apreciação objetiva dos resultados frente aos testes empíricos, e da avaliação criteriosa dos inúmeros especialistas da área em questão.

A atitude crítica está, em Popper, bastante relacionada com a idéia de racionalidade. Uma das características da atitude racional residiria na disposição de se chegar a decisões através da reflexão sistemática e da argumentação consistente. O racionalista se caracterizaria pela disposição em ouvir os argumentos do adversário; e com sinceridade suficiente para aceitar a hipótese de se deixar convencer (POPPER, 1972, p.388).

A atitude racional se caracterizaria pela ausência de dogmatismo, pelo respeito ao diálogo, pela disposição em ouvir e se deixar convencer, pelo exercício da rigorosa análise crítica dos argumentos.

A respeito da relação entre racionalidade e atitude crítica, Popper afirma:

A tradição racionalista ocidental, que se origina na Grécia antiga, é uma tradição de discussão crítica - o exame e o teste de proposições ou teorias, na tentativa de refutá-las. Esse processo de crítica racional não deve ser entendido como um método destinado a provar - quer dizer, dirigido à demonstração da verdade definitiva. Também não é um método que leve necessariamente a um acordo. Seu valor está no fato de que os que participam de uma discussão em certa medida mudarão suas opiniões, tornando-se mais sábios.(POPPER, 1972, p.384).

Em função do tema da tese, o interesse na exposição das idéias de Popper esteve concentrado, sobretudo, no conceito de verdade e no caráter da discussão teórica que ele afirma ocorrer na ciência. Procurou-se focar, em particular, aquelas características que levaram Popper a afirmar a possibilidade da discussão e escolha racional das teorias no âmbito da ciência.

3.2. O progresso do conhecimento científico segundo Popper

No texto “Verdade, racionalidade e expansão do conhecimento científico”(POPPER, 1972, p.242), Popper esclarece que suas considerações sobre o progresso do conhecimento científico poderiam ser aplicadas, sem grandes alterações, para a expansão do conhecimento em geral. E o método de aprendizado utilizado nos dois contextos seria basicamente o mesmo: o método de aprendizagem por tentativas (por erros e acertos).

O fato de Popper considerar o progresso constante um aspecto essencial para sua concepção de ciência não significa, no entanto, que ele acredite em uma lei histórica de progresso, no sentido de uma "[...]tendência incondicional ou absoluta, reduzível às leis da natureza humana[...]", tal qual concebidas por Comte e Mill (POPPER, 1980, p.122).

O método científico, no entender de Popper, tem aspectos sociais, ou seja, depende de várias instituições sociais, como a linguagem, os meios de comunicação e as instituições democráticas que garantem a livre divulgação e debate das idéias. Depende também do fator humano ou pessoal, ou seja, são necessárias pessoas para operar as instituições. O fato de depender de fatores instáveis como esses torna difícil que se fale em lei histórica de progresso. A esse respeito, Popper afirma:

Como usei a palavra "progresso" várias vezes, será melhor garantir-me de que não serei visto como um crente na lei histórica do progresso. Na verdade, já tive várias oportunidades de atacar essa crença, e sustento que mesmo a Ciência não está sujeita a qualquer coisa parecida.(POPPER, 1972, p.242).

Em sua obra *A filosofia de Karl Popper*, Peluso (1995, p.94) afirma que a compreensão das questões epistemológicas mais importantes em Popper seria impossível sem evidenciar suas ligações com a teoria da evolução, e relembra que Popper argumentou que sua teoria do conhecimento científico não poderia ser dissociada de uma teoria evolucionista.

No texto “A evolução e a árvore do conhecimento” (POPPER, 1975, p.234-256), o autor nos apresenta alguns detalhes sobre esta relação. Ao observar que, em relação à teoria do conhecimento, discorda de quase todos os autores, “[...]exceto talvez Charles Darwin e Albert Einstein”, Popper afirma que o ponto principal do debate é a relação entre observação e teoria.

Para Popper, a teoria, mesmo que rudimentar, mesmo que apenas uma expectativa, sempre vem primeiro. Todas as observações seriam feitas à luz de alguma teoria ou expectativa. Sendo assim, não haveria “observações puras”, isentas de qualquer influência, mas sempre observações impregnadas de teorias.

Mas Popper vai além, e afirma:

E penso podermos asseverar ainda mais: não há órgão de sentido em que não se achem incorporados geneticamente teorias antecipadoras. O olho de um gato reage de modos distintos a diversas situações típicas para as quais há mecanismos preparados e embutidos em sua estrutura: correspondem estes às situações biologicamente mais importantes entre as quais ele tem de distinguir. Assim, a disposição para distinguir entre essas situações é embutida no órgão do sentido e, com ela, a teoria de que essas, e somente essas, são as situações relevantes para cuja distinção o olho deve ser usado.(POPPER, 1975. p.76).

Na seqüência, o autor enfatiza a consequência deste posicionamento, esclarecendo que ele conduz à “falência radical da teoria do balde”: Popper se refere ao que denominou de “teoria do balde mental”, de origem indutivista e empirista, mais conhecida pelo nome de teoria da *tabula rasa* da mente, que afirma que tudo que há em nossa mente (inicialmente uma “lousa vazia”), foi ali gravado por informações que foram absorvidas pelos sentidos.

Para Popper, seria errôneo tentar rastrear a origem dos nossos conhecimentos a partir das nossas observações (das informações que nos chegariam pelos sentidos). Com base neste posicionamento, Popper apresenta dois teoremas que revelam aspectos importantes da sua concepção de progresso do

conhecimento. O primeiro deles afirma: “Todo conhecimento adquirido, todo aprendizado, consiste da modificação (possivelmente da rejeição) de alguma forma de conhecimento, ou disposição, que existia previamente, e em última instância de disposições inatas.” E o segundo, decorrente do primeiro, afirma: “Todo crescimento de conhecimento consiste no aprimoramento do conhecimento existente, que é mudado com a esperança de chegar mais perto da verdade.” (POPPER, 1975, p.76).

Portanto, de acordo com Popper, nós não partimos de observações e sim de problemas (de problemas práticos ou de uma teoria que enfrentou dificuldades). O problema seria a consequência de uma teoria ou expectativa que se viram frustradas porque incompatíveis com uma realidade que se apresentou de forma distinta da esperada.

Ao se apresentar o problema, logo conjecturamos uma solução, que se mostra uma primeira tentativa, geralmente fraca, de buscar uma resposta. Mas essa primeira tentativa é fundamental, pois é a partir dela que exercemos nossa crítica e realizamos os testes experimentais. Segundo Popper, cedo descobrimos que nossas conjecturas podem ser refutadas, ou que não resolvem nosso problema, ou só o fazem em parte. E mesmo as teorias que melhor resistem às críticas e aos testes, posteriormente dão origem a novas dificuldades, a novos problemas. Dessa forma, através de conjecturas e refutações, transitando de velhos problemas para novos problemas, é que se daria o crescimento do conhecimento.

Ao detalhar o processo de conjecturas e refutações Popper diz que, quando primeiro encontramos um problema, quer prático ou teórico, não sabemos muito a seu respeito. Como então poderíamos apresentar uma solução adequada? A resposta é óbvia, não podemos. Teremos primeiro que conhecer o problema, e isso seria feito produzindo uma solução inadequada e criticando-a (POPPER, 1975, p.237). Dessa forma estaríamos percebendo mais claramente as dificuldades do problema, o porquê de ele não ser de fácil solução, seu nível de complexidade e profundidade. Assim procedendo, estaríamos conhecendo melhor o problema, podendo passar de soluções inadequadas para outras melhores. Segundo Popper, isto é que significaria “trabalhar um problema”; durante esse processo, após enfrentar o problema por bastante tempo e com intensidade, passaríamos a compreendê-lo melhor, identificando a potencialidade das conjecturas.

Em outras palavras, começamos a ver as ramificações do problema, seus subproblemas e sua conexão com outros problemas. (É só nesta etapa que uma solução conjecturada deve ser submetida à crítica de outros e talvez mesmo publicada). Se considerarmos agora esta análise, veremos que ela

se encaixa em nossa fórmula, que disse que o progresso do conhecimento vem de problemas velhos para novos problemas, por meio de conjecturas e de tentativas críticas para refutá-las. Pois mesmo o processo de ficar conhecendo um problema cada vez melhor marcha de acordo com esta fórmula. (POPPER, 1975, p.238).

Após a fase inicial de trabalho com o problema, a etapa seguinte seria de avaliação crítica e testes da hipótese apresentada para a sua solução, que seriam realizados primeiramente pelo círculo mais próximo de amigos ou opositores e, posteriormente, por outros cientistas, num processo mais amplo que abrangeria congressos e publicações. Passando por essas fases, após mesmo os mais rigorosos críticos não obterem êxito em sua refutação, a teoria seria aceita temporariamente e experimentalmente, se incorporando ao conhecimento científico em vigor.

No sentido de enfatizar as características evolucionárias desse processo, Popper afirma:

Tudo isto pode ser expresso dizendo que o crescimento de nosso conhecimento é o resultado de um processo estreitamente semelhante ao que Darwin chamou "seleção natural"; isto é, a *seleção natural de hipóteses*: nosso conhecimento consiste, a cada momento, daquelas hipóteses que mostraram sua aptidão (comparativa) para sobreviver até agora em sua luta pela existência, uma luta de competição que elimina aquelas hipóteses que são incapazes. (POPPER, 1975, p.238).

No entanto, apesar da semelhança, haveria diferenças entre a árvore evolucionária e a árvore do conhecimento. A primeira seria como uma árvore genealógica; o tronco comum seria a dos nossos ancestrais unicelulares comuns. Já a segunda, referente ao conhecimento puro, seria formada de várias raízes, que cresceriam no ar e tenderiam a unir-se em um tronco comum, pois os problemas novos surgem e se multiplicam, mas no final do processo são integrados por uma teoria explicativa.

De acordo com Popper, um aspecto extremamente relevante neste processo é que está suposto, o tempo todo, para que ocorra o seu desenrolar, algo de fundamental, uma suposição sem a qual o que foi acima descrito não seria possível. A esse respeito, Popper afirma:

Os problemas de explicação são resolvidos propondo-se teorias explicativas; e uma teoria explicativa pode ser criticada mostrando-se que é muito incoerente em si mesma, ou incompatível com os fatos, ou incompatível com algum outro conhecimento. Mas esta crítica supõe que o que desejamos encontrar são teorias *verdadeiras* – teorias que concordem com os fatos. Esta idéia de *verdade como correspondência com os fatos* é, creio eu, o que torna possível a crítica racional. Juntamente com o fato de que nossa curiosidade, nossa paixão de explicar por meio de teorias unificadas, é universal e ilimitada, nosso alvo de chegar mais perto da

verdade explica o crescimento integrativo da árvore do conhecimento. (POPPER, 1975, p.241).

A relevância desta suposição da verdade como correspondência com os fatos para a concepção de ciência de Popper ficará mais clara no item que se segue.

3.3 O critério de verossimilitude

Para que haja um contínuo avanço teórico é necessária a existência de um critério que defina se houve ou não progresso. E este critério, por sua vez, está ligado ao reconhecimento da existência de uma espécie de "objetivo comum" da atividade científica; algo como um "alvo geral", almejado por todas as teorias. É a partir do reconhecimento deste "alvo geral" que o critério de definição sobre o progresso científico ganha maior sentido.

Mas qual seria, afinal, este "alvo geral"? Existiria algo que pudesse ser assim chamado na ciência?

A resposta de Popper à última pergunta é afirmativa, e há várias passagens em que o autor define este "alvo geral" ou "meta final" utilizando os conceitos de "aproximação da verdade" e de "verossimilitude".

A importância da idéia de verdade, ou melhor, da idéia de aproximação da verdade como o "alvo geral" das teorias científicas pode ser avaliada pela seguinte passagem:

O fato é que também consideramos a Ciência uma busca da verdade e, pelo menos desde Tarski, não temos receio de afirmá-lo. É só em relação a esse objetivo - a descoberta da verdade - que afirmamos que, apesar da nossa falibilidade, esperamos aprender com os erros. Só a idéia da verdade nos permite falar de maneira sensata sobre os erros e a crítica racional, possibilitando a discussão racional - isto é, a que procura descobrir os erros com a intenção séria de eliminá-los ao máximo, para que nos possamos aproximar da verdade. Portanto, a própria idéia do erro - e da falibilidade - implica uma verdade objetiva, considerada como padrão que podemos não atingir (neste sentido, a idéia de verdade é reguladora). (POPPER, 1972, p.255).

Como podemos ver por essa citação, a busca da verdade, considerada como "alvo geral" da atividade científica, desempenha um papel central na garantia de um processo de discussão racional das teorias; condição fundamental para que possamos falar de progresso (avanço teórico, aprimoramento das teorias, escolha das melhores teorias) no campo da ciência.

A importância da idéia de aproximação da verdade como o "objetivo comum" da ciência transparece também na seguinte passagem:

Gostaria de poder dizer que a Ciência visa à verdade no sentido de correspondência com os fatos ou com a realidade; e também gostaria de dizer (com Einstein e outros cientistas) que a teoria da relatividade é - ou assim conjecturamos - melhor aproximação da verdade do que a teoria de Newton, tal como esta última é melhor aproximação da verdade do que a teoria de Kepler. E gostaria de poder dizer estas coisas sem temer que o conceito da proximidade da verdade ou verossimilitude seja logicamente mal concebido, ou "sem significação". Em outras palavras, meu alvo é a reabilitação de uma idéia de senso comum da qual preciso para descrever as metas da Ciência e a qual, assevero, alicerça como princípio regulador (mesmo que apenas inconsciente e intuitivamente) a racionalidade de todas as discussões científicas críticas. (POPPER, 1975, p.65).

A posição de Popper é de aceitação da idéia de que a verdade é a correspondência com os fatos, concepção conhecida como teoria do senso comum da verdade e que foi aprimorada e defendida por Alfred Tarski. A proposta de Tarski se baseia no uso de uma metalinguagem que possibilitaria falarmos, ao mesmo tempo, sobre os fatos e sobre as proposições que fazem afirmações a respeito desses fatos.

Embora fosse necessário o gênio de Tarski para torná-lo claro, agora se tornou deveras perfeitamente claro que, se queremos falar a respeito da correspondência de uma asserção com um fato, precisamos de uma metalinguagem em que possamos *asseverar* o fato (ou o fato alegado) a respeito do qual fala a asserção em questão, e, além disso, podemos também falar a respeito da asserção em questão (usando certo *nome* convencional ou descritivo dessa asserção). E vice-versa: é claro que, desde que possuamos tal metalinguagem em que podemos falar a respeito (a) dos fatos descritos pelas asserções de alguma linguagem (objeto), pelo simples método de asseverar esses fatos, e também a respeito (b) das asserções dessa linguagem (objeto) usando *nomes* dessas asserções, então podemos falar também nessa metalinguagem a respeito da *correspondência* de asserções com fatos. Uma vez que possamos asseverar deste modo as condições sob as quais cada asserção da linguagem L¹ corresponde aos fatos, poderemos definir, de modo puramente verbal, mas em consonância com o senso comum: *uma asserção é verdadeira se, e apenas se, corresponder aos fatos*. (POPPER, 1975, p.53).

Tendo a noção de verdade de Tarski como apoio, Popper se coloca em condições de esclarecer seu conceito de verossimilitude, que supõe a situação de comparação entre teorias ou hipóteses a respeito de um determinado problema ou tema.

Deste modo, a procura da verossimilitude é um alvo mais nítido e mais realista do que a procura da verdade. Mas pretendo mostrar um pouco mais. Pretendo mostrar que, embora possamos nunca ter argumentos suficientemente bons, nas ciências empíricas, para alegar que alcançamos de fato a verdade, podemos ter argumentos fortes e razoavelmente bons para alegar que é possível termos feito progresso no rumo da verdade; isto é, que a teoria T² é preferível à sua predecessora T¹, pelo menos à luz de todos os argumentos racionais conhecidos. Mais ainda, podemos explicar o método da ciência, e muito da história da ciência, como o processo racional de chegar mais perto da verdade. (POPPER, 1975, p.63).

É de grande importância na concepção popperiana de ciência, a tese de que

há um "alvo geral" para a discussão racional; que no caso se concretiza com o estabelecimento da verossimilitude como objetivo das teorias científicas. A existência deste "alvo geral" facilita a discussão racional e assegura o aperfeiçoamento das teorias. Se não houvesse algum objetivo determinado, como ocorre no caso da concepção popperiana de ciência, a discussão racional seria mais difícil e não seria possível falar em escolha racional entre as teorias científicas.

Se não há um critério balizador a partir do qual as teorias são julgadas, então se instaura o caos da indistinção total, e não há como se escolher racionalmente entre várias teorias concorrentes. Mesmo que o objetivo geral não seja a idéia da verdade ou a de verossimilitude, para que haja a possibilidade de progresso, deve haver, necessariamente, algum tipo de critério balizador que fundamente a escolha feita.

4 A QUESTÃO DO APRENDIZADO EM KARL POPPER

Quando Popper reflete a respeito da questão do aprendizado, suas considerações encontram um forte respaldo na biologia.

O ponto de partida para entender este posicionamento seria sua análise do problema da indução de David Hume⁷. Ao considerar criticamente o problema de Hume, Popper chegou à conclusão de que a indução, tal qual apresentada pela tradição empirista, deveria ser questionada, pois o que os indutivistas chamam de repetição de eventos (que daria margem para as generalizações; segundo Hume, tendo por base uma espécie de condicionamento) teria como pressuposição uma similaridade, e a similaridade pressupõe um ponto de vista, uma teoria, ou pelo menos uma expectativa a respeito do que estaria sendo interpretado como similar.

Ao confrontar o problema psicológico de Hume (por que as pessoas esperam e crêem que exemplos de que não têm experiências conformar-se-ão com aqueles de que têm experiência?) com suas observações, Popper chega à conclusão de que a indução (a formação de uma crença pela repetição) é um mito (POPPER, 1975, p.33). O autor afirma que constatou, primeiro em animais e crianças, e depois também em adultos, uma imensa *necessidade de regularidade*, Popper conjectura que essas expectativas teriam uma base biológica: poderíamos imaginar o feto experimentando as regularidades do batimento cardíaco da mãe, a circulação sanguínea, os períodos de repouso e movimentação. Haveria no ser humano, portanto, uma forte expectativa de regularidade, que o faria procurar por elas mesmo onde não estivessem presentes. O autor observa que foi nesse sentido que Kant observou que nossa inteligência impõe suas leis à natureza, mas observa que essas regularidades são *psicologicamente a priori*, mas não *válidas a priori* como Kant pensava.

Sendo assim, haveria uma necessidade inata, de ordem biológica, baseada em impulsos, de se tentar impor regularidades ao nosso ambiente. E ao darmos curso a essa necessidade, não necessitaríamos das repetições, pelo contrário, interpretar algo como repetitivo suporia um ponto de vista, uma expectativa, uma idéia ou teoria mesmo que tosca. Ao refletir sobre esses temas, Popper afirma em sua obra *Conhecimento Objetivo*:

⁷ A esse respeito, ver mais pormenorizadamente, as seções 2.4 e 2.5 desta tese.

Decidi, assim, que a teoria indutiva de Hume sobre a formação de crenças não tinha possibilidade de ser verdadeira, *por razões lógicas*. Isto levou-me a ver que considerações lógicas podem ser transferidas para considerações psicológicas; e levou-me depois à conjectura heurística de que, muito geralmente, o que se mantém em lógica também se mantém – desde que adequadamente transferido – em psicologia. (Este princípio heurístico é o que agora chamo “princípio de transferência”). Suponho ter sido amplamente este resultado que me fez abandonar a psicologia e voltar-me para a lógica do descobrimento.(POPPER, 1975, p.34).

O trecho acima indica a razão pela qual Popper, ao tratar da questão do aprendizado, procurará auxílio na lógica da descoberta e por consequência, como veremos a seguir, na biologia, particularmente na teoria darwiniana.

4.1 A crítica da teoria do senso comum do conhecimento

O ponto de vista dos empiristas sobre a indução leva em conta a confiança das pessoas nas experiências de caráter observacional (o que é observado como similar). Mas, para Popper, tudo é decifração ou interpretação. Não teríamos algo como uma percepção direta e imediata das coisas, que pudesse funcionar como ponto de partida seguro e inquestionável. Para Popper, ao contrário, teríamos que aprender a decifrar as mensagens que nos chegam. Em relação a este posicionamento, afirma:

Quase tudo está errado na teoria de senso comum do conhecimento. Mas talvez o erro central seja a suposição de estarmos empenhados no que Dewey chamou *a procura da certeza*. É isto que leva à seleção de dados ou elementos, ou dados de sentidos, ou impressões de sentidos, ou experiências imediatas, como base segura de todo conhecimento. Mas, longe de ser isto, esses dados ou elementos não existem em absoluto. São inventos de filósofos esperançosos, que conseguiram legá-los aos psicólogos. Quais são os fatos? Quando crianças, aprendemos a decifrar as mensagens caóticas que nos chegam de nosso ambiente. Aprendemos a peneirá-las, a ignorar a maioria delas, a selecionar aquelas que são de importância biológica para nós, quer desde já, quer num futuro para o qual estamos sendo preparados por um processo de amadurecimento.(POPPER, 1975, p.68-69).

Em uma passagem de *Conhecimento Objetivo* o autor explicita que está “virando as mesas sobre aqueles que pensam que a observação deve preceder as expectativas e problemas”(POPPER, 1975, p.236). Afirma Popper que, por razões lógicas, a observação não pode ser anterior a todos os problemas. Em alguns casos poderia preceder o problema, como na situação em que alguma expectativa se frustra ou uma teoria é refutada; nesses casos, o problema seria uma consequência e viria após a observação. No entanto, não ocorreria o mesmo em outras situações, e para demonstrar, Popper pede licença à assistência que acompanhava a

conferência para realizar uma breve experiência. Pede então a todos os presentes que, com cooperação e dedicação, *observem*. Após alguns instantes, pondera que alguns, em vez de observar, sentiram um forte impulso para indagar “que quer que eu observe?”. E conclui que se isto aconteceu, a sua experiência foi bem sucedida, pois procurava demonstrar que, em geral, realizamos observações tendo por base indagações, expectativas e teorias. Como apoio para seu ponto de vista, cita Darwin: “Como é estranho que alguém não veja que toda observação deve ser pró ou contra alguma opinião [...]” (DARWIN apud POPPER, 1975, p.237). E completa afirmando que “observai” e “observai esta aranha” não seriam imperativos claros, ao contrário de “observai se esta aranha sobe ou desce, como espero que fará”.

A confiança em experiências subjetivas de caráter observacional, segundo Popper, foi um traço comum entre muitos filósofos, como, Locke, Berkeley e Hume entre outros (POPPER, 1975, p.45). De acordo com Popper, não haveria nada de seguro, direto ou imediato em nossa experiência, pois temos que aprender, decifrar ou interpretar. E ao longo da vida aprendemos a decifrar tão bem que tudo parece “direto” ou “imediato”, como acontece com quem aprendeu o código Morse ou mesmo para quem, alfabetizado, está em condições de ler um livro. O “imediato” e o “direto” seriam, pois, resultado do aprendizado, como dirigir automóvel ou tocar piano. Exatamente por esses motivos, poderíamos cometer erros nas decifrações, em especial durante o período de aprendizagem, mas depois também, especialmente nos casos de situações novas ou insólitas. O que aparenta ser “imediato” e “direto” nos casos bem sucedidos de decifração não seria, em absoluto, garantia de funcionamento infalível, não haveria certeza absoluta, embora possa haver segurança suficiente para muitas finalidades práticas.

O que Popper critica como caráter subjetivista do conhecimento (essa confiança em certas experiências pessoais diretas e supostamente seguras) se constitui em um dos pontos principais da teoria do senso comum do conhecimento que ele critica:

A teoria do senso comum é simples. Se você ou eu quisermos conhecer alguma coisa ainda não conhecida a respeito do mundo, temos de abrir os olhos e olhar em redor. E temos de aguçar nossos ouvidos e ouvir ruídos, especialmente os feitos por outras pessoas. Assim nossos vários sentidos são nossas *fontes de conhecimento* – as fontes ou os acessos para nossas mentes [...] Nossa mente é um balde que primitivamente se acha vazio ou mais ou menos assim, e nesse balde entra material através de nossos sentidos (ou talvez por um funil para enchê-lo ou atingi-lo por cima), e se acumula, e é digerido. No mundo filosófico, esta teoria é melhor conhecida pelo nome mais nobre de teoria da *tabula rasa* da mente: nossa mente é

uma *lousa vazia* na qual os sentidos gravam suas mensagens.(POPPER, 1975, p.66).

Um dos pontos importantes desta teoria, criticado por Popper, é que o conhecimento é concebido principalmente como algo que está em nós (informações que nos atingiram e absorvemos). Haveria um conhecimento “imediatos” e “direto”, espécies de elementos “puros” e “não adulterados” que teriam sido absorvidos e ainda não digeridos, conhecimentos “elementares”, “certos e seguros”.

O principal problema desta teoria seria que o conhecimento, concebido principalmente como algo que está em nós (ao invés de algo que tem uma existência objetiva), não se colocaria claramente à crítica. Sua alteração, em razão da profunda identificação entre conhecimento e organismo que conhece, se daria pelo método darwiniano de mutação ou eliminação do organismo. Entretanto, o conhecimento objetivo poderia ser alterado pela crítica da teoria lingüisticamente formulada. Ou seja, o organismo é preservado. Neste caso, característico dos seres humanos, as idéias e teorias é que são constantemente criticadas, avaliadas e alteradas, podendo inclusive ser abandonadas.

A esse respeito, Popper faz uma interessante comparação entre os procedimentos do homem e de outros animais. Graças ao mundo da linguagem e do conhecimento objetivo, acumulado por toda tradição cultural, ao homem seria possível discutir criticamente as suas idéias e teorias, o que possibilitaria descartar aquelas que poderiam implicar em prejuízo ou até risco para a sobrevivência. No entanto, o mesmo não seria possível para a maioria dos outros animais, que muitas vezes acabariam perecendo em função de seus hábitos e expectativas.

4.2 O conhecimento objetivo e a teoria dos três mundos

Em 1968, Karl Popper proferiu uma conferência em Viena que deu origem ao capítulo “Sobre a teoria da mente objetiva” do livro *Conhecimento Objetivo*. Interessa-nos, deste capítulo, particularmente a idéia popperiana da existência dos três mundos. Segundo Popper, o nosso mundo seria constituído de três submundos ontologicamente distintos:

[...] o primeiro é o mundo material, ou o mundo dos estados materiais; o segundo é o mundo mental, ou o mundo de estados mentais; e o terceiro é o mundo dos inteligíveis, ou das *idéias no sentido objetivo*; é o mundo de objetos de pensamento possíveis: o mundo das teorias em si mesmas e de suas relações lógicas, dos argumentos em si mesmos, e das situações de problema em si mesmas.(POPPER, 1975, p.152).

Em seguida, Popper afirma que um dos problemas fundamentais desta concepção diz respeito à relação entre esses três “mundos”. De acordo com ele, haveria interação entre os dois primeiros e entre os dois últimos mundos, ou seja, o segundo mundo, das experiências subjetivas ou pessoais, teria interações, de um lado, com o primeiro mundo, e de outro, com o terceiro mundo, se constituindo, assim, num elo de ligação entre os dois. Dessa forma, o segundo mundo estabeleceria uma ligação indireta entre o terceiro e o primeiro mundo. O terceiro mundo, o mundo de toda a produção cultural humana tem, sem dúvida, um impacto decisivo no primeiro mundo, ou mundo material, mas isto se daria através da intermediação do segundo mundo, o mundo dos estados mentais ou mundo pessoal das experiências subjetivas.

A tese de Popper sobre a existência e as relações dos três mundos conduz à conclusão de que uma das principais funções do segundo mundo seria a de compreender os objetos do terceiro mundo. Portanto, o mundo dos estados mentais, das experiências subjetivas, teria como função mais relevante a apreensão de teorias e idéias do terceiro mundo (os conteúdos de pensamento objetivo). A esse respeito, Popper afirma:

Sugiro que algum dia teremos de revolucionar a psicologia encarando a mente humana como um órgão para interagir com os objetos do terceiro mundo; para compreendê-los, contribuir para eles, participar deles; e para levá-los a relacionar-se com o primeiro mundo. (POPPER, 1975, p.153).

Este trecho é significativo não só para se compreender as idéias de Popper sobre as relações entre os três mundos, mas também para entender os caminhos que o autor segue para estudar a questão do aprendizado.

O aprendizado humano, de acordo com a concepção de Popper, se constituiria fundamentalmente a partir das interações entre o segundo e o terceiro mundo. Portanto, aprenderíamos, principalmente, a partir de conhecimento já constituído, que seria assimilado ou questionado e modificado das mais variadas formas. O fundamental, de acordo com Popper, seria a percepção de que as idéias e teorias já existentes seriam a principal fonte para as novas idéias e teorias, concepção distinta da apresentada pela tradição empirista, segundo a qual a origem do conhecimento humano estaria vinculado às repetições, aos hábitos e às observações minuciosas e exaustivas.

No capítulo “Epistemologia sem um sujeito conhecedor” (POPPER, 1975, p.147), o autor observa que haveriam três sentidos do verbo “aprender”: “descobrir”,

“imitar”, e “tornar habitual”. Todos os três poderiam ser encarados como formas de descoberta e operariam pelo método da experiência e erro. Em todos os três modos de aprender, o método seria darwiniano e não lamarckiano, ou seja, seria de seleção e não de instrução pela repetição. Aprenderíamos comparando e selecionando as melhores opções para a solução de nossos problemas. Assim sendo, segundo Popper, não seria só o ambiente que teria o potencial de nos selecionar, mas também nós teríamos o potencial de selecionarmos e modificarmos o ambiente, e de uma forma significativamente diferente dos outros animais, pois nos apoiaríamos em vasto conhecimento acumulado (o terceiro mundo), que estaria aberto a críticas e modificações, se constituindo em um campo com possibilidades insondáveis de expansão.

Dessa forma, selecionamos e modificamos o ambiente e para isso nos apoiamos em teorias e idéias que também são por nós selecionadas e modificadas. De acordo com a concepção de Popper, nós e o terceiro mundo cresceríamos por meio de mútua luta e seleção, e o método que estaria em ação seria o das tentativas e eliminação dos erros, também denominado de conjecturas e refutações. O nosso potencial intelectual se desenvolveria em um processo de comparação e seleção de idéias e teorias mais adequadas para a solução de nossos problemas, mas ao longo desse processo o próprio terceiro mundo se modifica, tornando-se extremamente complexo e ganhando uma dinâmica própria.

Em nossas tentativas de solução de problemas, afirma Popper, criamos teorias e nos apoiamos em outras idéias e teorias já existentes no terceiro mundo. Mas enquanto isso ocorre, novos problemas, mesmo que não pretendidos e inesperados, surgem. É por essa razão que Popper afirma que, apesar do terceiro mundo, em sua origem, ser um produto nosso, consequência da capacidade intelectual e criativa do ser humano, ele seria autônomo, no que diz respeito ao seu desenvolvimento, pois o surgimento de novos problemas e novas teorias se daria em uma situação que estaria fora do domínio de qualquer indivíduo, pois seriam inúmeras e variadas contribuições dando origem a infindáveis novos problemas. A esse respeito, o autor afirma:

Contudo o terceiro mundo cresceu para muito além da apreensão não só de qualquer homem, mas mesmo de todos os homens (como o mostra a existência de problemas insolúveis). Sua ação sobre nós tornou-se mais importante para o nosso crescimento, e mesmo para o próprio crescimento dele, do que nossa ação criativa sobre ele. Pois quase todo o seu crescimento se deve a um efeito de retrocarga: ao desafio da descoberta de problemas autônomos, muitos dos quais poderão não ser nunca dominados. (POPPER, 1975, p.157).

A importância da teoria dos três mundos na filosofia de Karl Popper pode ser compreendida a partir da percepção de sua conexão com a contribuição que o autor pretende oferecer à *Teoria da Compreensão*. De acordo com sua concepção, a compreensão de objetos pertencentes **ao terceiro mundo** seria o problema central das humanidades.

A idéia de que a compreensão é algo que se dá exclusivamente no nível psicológico é criticada por Popper como um dogma. O autor estabelece uma distinção entre o **processo** e o **produto**. Assim, “[...] as atividades ou processos cobertos pelo guarda-chuva do termo “compreensão” são atividades subjetivas, ou pessoais, ou psicológicas”(POPPER, 1975, p.158); mas este **processo** pode ser distinguido do **produto**, que seriam as idéias e teorias que iriam compor o terceiro mundo. Essas idéias e teorias continuam, evidentemente, tendo uma existência subjetiva no indivíduo, mas a partir do momento em que são divulgadas, em que ganham forma através de artigos científicos, livros e conferências, passam a ter uma existência **objetiva**, no sentido popperiano de fazerem parte do terceiro mundo. Tendo essa existência objetiva, as idéias e teorias podem ser discutidas criticamente, pode-se avaliar o seu mérito, o seu valor, quando em comparação com outras possibilidades de explicação. A esse respeito, Popper afirma:

Mas mesmo o ato subjetivo ou estado disposicional da “compreensão” só pode ser compreendido, por sua vez, através de suas conexões com objetos de terceiro mundo. Pois afirmo as três teses seguintes referentes ao ato subjetivo de compreender.

- (1) Que todo ato subjetivo de compreensão está amplamente ancorado no terceiro mundo;
- (2) Que quase todas as observações importantes que podem ser feitas acerca de tal ato consistem em apontar suas relações com objetos de terceiro mundo; e
- (3) Que tal ato consiste principalmente de operações com objetos de terceiro mundo: operamos com esses objetos quase como se fossem objetos materiais. (POPPER, 1975, p.158).

Como se pode perceber, o esforço de Popper consiste em demonstrar a existência de uma dimensão **objetiva** no processo de compreensão, dimensão esta sujeita às regras do debate crítico, com a presença de argumentos, fatos, experiências, observações, contra-argumentos. A adoção, pelo sujeito, de uma idéia ou teoria, ao invés de outra, deveria se dar, portanto, à luz deste debate crítico objetivo, sendo critérios relevantes de escolha, coisas como, capacidade explicativa da teoria, resistência aos testes e consistência teórica.

A apresentação do processo de compreensão nestes termos permite a Popper desenvolver suas hipóteses a respeito do processo de debate e escolha racional das teorias científicas, e isso se dará de uma forma que valorizará atividades como a troca de idéias, a consideração e o esforço de compreensão adequados pelas teorias alheias, a avaliação criteriosa das próprias idéias (assim como as dos outros), com base em evidências bem apresentadas e argumentos criteriosamente construídos. Enfim, tudo o que ocorre em termos de divulgação e debate das idéias e teorias (todos os tipos de publicações e as mais variadas formas de comunicações orais) é interpretado, na ótica popperiana, como atividades que deveriam se revestir de um nobre objetivo, não de simples tentativa de convencimento e de busca de adeptos acríticos, mas de procura por teorias com maior poder explicativo, teorias mais adequadas como explicação da realidade, quando confrontadas com as evidências e comparadas com outras teorias concorrentes.

Apresentar o processo de fazer ciência desta forma tem conseqüências muito interessantes para o ensino de ciência, particularmente para a postura do professor em sala de aula, como se verá em capítulo específico mais à frente.

4.3 As disposições e expectativas inatas e o surgimento de problemas

De acordo com a concepção de Popper, o nosso aprendizado se dá, fundamentalmente, a partir de nossas buscas na solução de problemas. No capítulo 7 de sua obra *Conhecimento Objetivo* (denominado “A evolução e a árvore do conhecimento”), o autor argumenta que muitos concordam que *habitualmente* partimos de problemas, mas concluem que tais problemas seriam resultado da observação e da experiência, pois estariam familiarizados com a concepção de que tudo que existe em nosso intelecto teria nele se incorporado pelo caminho dos sentidos. E é exatamente esta idéia, tão conhecida quanto influente, que Popper se dispõe a contestar.

O ponto de partida do questionamento é a constatação de que todo animal nasceria com expectativas ou antecipações, que poderiam ser interpretadas como hipóteses, “uma espécie de conhecimento hipotético” (POPPER, 1975, p.236).

Teríamos então uma espécie de conhecimento inato do qual poderíamos partir, mesmo que indigno de confiança. Seriam essas expectativas e conhecimentos

inatos que, quando desiludidos, levariam aos primeiros problemas, e a todo desenvolvimento posterior do nosso conhecimento. A esse respeito, Popper afirma:

Todo conhecimento adquirido, todo aprendizado, consiste da modificação (possivelmente da rejeição) de alguma forma de conhecimento, ou disposição, que existia previamente, e em última instância de disposições inatas. (POPPER, 1975, p.76).

Essas disposições estariam “impregnadas de teoria”, adotando-se um sentido amplo para a palavra “teoria”. Segundo Popper, isto pode ser entendido se percebermos que toda observação se relaciona com um conjunto de situações típicas, em condições ambientais específicas, aos quais já estamos biologicamente preparados para reagir. Sendo assim, afirma:

O olho de um gato reage de modos distintos a diversas situações típicas para as quais há mecanismos preparados e embutidos em sua estrutura: correspondem estes às situações biologicamente mais importantes entre as quais ele tem de distinguir. Assim, a disposição para distinguir entre essas situações é embutida no órgão do sentido e, com ela, *a teoria de que essas, e somente essas, são as situações relevantes para cuja distinção o olho deve ser usado.* (POPPER, 1975, p.76).

Sendo assim, a teoria do senso comum do conhecimento⁸ é confrontada com um forte argumento, já que supõe a existência de “experiências observacionais ‘diretas’ ou ‘imediatas’”, ou seja, um “conhecimento subjetivo puro, ou genuíno ou não adulterado” (POPPER, 1975, p.77). Este tipo de conhecimento “puro”, segundo Popper, não existiria, pois o que pode ser percebido (biologicamente) por nós e o que não pode, o que o organismo elege como relevante ou irrelevante, depende da estrutura inata do organismo, de sua “programação”.

Segundo Popper, um organismo só poderia aprender com a experiência se suas disposições para reagir se alterassem no decorrer do tempo, seja por alterações no próprio estado do organismo ou por mudanças no ambiente externo. Essas modificações na disposição dos organismos para reagir podem ser relacionadas ao conceito de “expectativa”, mais particularmente ao de “expectativas desiludidas”.

Um exemplo seria o encontro de um degrau inesperado em nosso caminho: é o inesperado do degrau que nos pode tornar conscientes do fato de que esperávamos encontrar uma superfície plana. Tais desilusões nos forçam a *corrigir* nosso sistema de expectativas. O processo de aprender consiste amplamente de tais correções; isto é, da eliminação de certas expectativas (desiludidas). (POPPER, 1975, p.316).

Essas expectativas desiludidas se constituem nos problemas que conduzirão o organismo a uma busca de solução. Enquanto na maioria dos animais esses

⁸ A esse respeito, ver item 3.1 supra.

problemas (no caso, expectativas desiludidas) se ligam à questão da relação do organismo com o ambiente e podem representar um risco à sua sobrevivência, para o ser humano, os problemas podem ser enfrentados com a mediação de idéias e teorias que serão discutidas criticamente e escolhidas de acordo com sua adequação. Dessa forma, supondo-se a ocorrência de um debate apoiado em evidências, experiências, argumentos, avaliação crítica e escolha racional, pode-se afirmar que a experiência humana de sobrevivência e aprendizado se daria em uma situação de crescimento do conhecimento.

Este crescimento do conhecimento se daria de acordo com o método de conjectura e refutação. Ele consistiria de partirmos de um problema ou dificuldade de ordem prática ou teórica. No primeiro contato com o problema, não teríamos condições de saber muito a seu respeito, mas o caminho seria exatamente conhecê-lo melhor através da produção de soluções (provavelmente inadequadas) e da crítica atenciosa a essas tentativas de resolução. A esse respeito, Popper afirma:

Pois compreender um problema significa compreender suas dificuldades; e compreender suas dificuldades significa compreender porque ele não é solucionável facilmente – por que as soluções mais óbvias não funcionam. Devemos, portanto, produzir essas soluções mais óbvias; e devemos criticá-las a fim de descobrir *por que* não funcionam. Assim ficamos conhecendo o problema e podemos passar de soluções más para outras melhores – sempre, contudo, desde que tenhamos capacidade criativa para produzir suposições novas, e mais suposições novas. (POPPER, 1975, p.237).

Trabalhando desta forma com o problema, começaríamos a conhecê-lo melhor, percebendo com mais clareza as hipóteses ou conjecturas que não seriam adequadas e identificando os requisitos que teriam de ser atendidos em relação às tentativas com maior potencial para resolvê-lo. Assim procedendo, conforme fôssemos avançando nessas tentativas, perceberíamos as ramificações do problema e suas conexões com outros problemas. Em razão desta dinâmica, Popper afirmou que o progresso do conhecimento “[...] vem de problemas velhos para novos problemas, por meio de conjecturas e de tentativas críticas para refutá-los”. (POPPER, 1975, p. 238).

Esse método das conjecturas e da busca de refutações⁹ está na base da concepção de aprendizado de Karl Popper. De acordo com esta concepção, se é do interesse do cientista (e por extensão, de qualquer pessoa) a evolução do conhecimento, ou seja, saber mais do que se sabia anteriormente, então o próprio cientista deveria ser o primeiro a adotar uma postura crítica, criativa e curiosa em

⁹ Descrito com maiores detalhes no capítulo 2 supra.

relação às suas conjecturas originais. Esta seria uma postura ideal, pois favoreceria algo que está sendo apresentado como a principal característica do conhecimento científico, a sua evolução. De acordo com Popper, este seria o principal diferencial entre o conhecimento científico e as outras formas de conhecimento. Sem a idéia de progresso, de constante aperfeiçoamento, a ciência perderia sua principal característica.

Mesmo que alguns cientistas não estivessem propensos a essa atitude auto-crítica, isto não seria obstáculo para o desenvolvimento científico, à medida em que o progresso da ciência seria preponderantemente algo institucional, ou seja, ele se daria principalmente em função dos debates que ocorreriam nas diversas instituições ligadas ao fazer ciência: universidades, centros de pesquisa, publicações, congressos, etc. Segundo Popper, nesses debates da comunidade científica, a postura condizente com o objetivo principal (o crescimento do conhecimento) seria aquela de se procurar as falhas, as deficiências de nossas conjecturas, seja pela auto-crítica ou pela consideração das críticas de nossos amigos ou opositores (POPPER, 1975, p.238). Dessa forma, estaríamos conhecendo melhor os problemas e as hipóteses que procuram respondê-lo. Estaríamos aprendendo tanto nos casos de refutação como nos de corroboração, pois as refutações nos colocariam novos desafios, novos problemas e hipóteses (com maior capacidade explanatória) e as corroborações nos dariam uma idéia do potencial de algumas teorias, e garantiriam apenas que a teoria em questão, em face das críticas e de outras teorias concorrentes, poderia ser tomada, temporariamente, como o ensinamento científico em vigor.

4.4 A evolução do conhecimento em Popper à luz de sua leitura da teoria da evolução de Darwin

Um aspecto muito interessante e esclarecedor dessas idéias de Popper diz respeito às relações que ele estabelece entre essas concepções e algumas hipóteses de Darwin:

Tudo isto pode ser expresso dizendo que o crescimento de nosso conhecimento é o resultado de um processo estreitamente semelhante ao que Darwin chamou "seleção natural"; isto é, a *seleção natural de hipóteses*: nosso conhecimento consiste, a cada momento, daquelas hipóteses que mostraram sua aptidão (comparativa) para sobreviver até agora em sua luta pela existência, uma luta de competição que elimina aquelas hipóteses que

são incapazes. Esta interpretação pode ser aplicada ao conhecimento animal, ao conhecimento pré-científico e ao conhecimento científico. Peculiar ao conhecimento científico é isto: a luta pela existência é tornada mais dura pela crítica sistemática e consciente de nossas teorias. Assim, enquanto o conhecimento animal e o conhecimento pré-científico crescem principalmente através da eliminação daqueles que sustentam as hipóteses incapazes, a crítica científica faz muitas vezes nossas hipóteses perecerem em lugar de nós, eliminando nossas crenças errôneas antes que essas crenças levem à nossa eliminação. (POPPER, 1975, p.238).

A teoria do conhecimento que Popper propõe é, em suas palavras, “[...] uma teoria amplamente darwinista do crescimento do conhecimento” (POPPER, 1975, p.239). De acordo com esta concepção, o crescimento do conhecimento se daria, em todas as formas de vida, basicamente através do mesmo processo de tentativas de resolução de problemas, eliminação dos casos mal sucedidos e escolha das soluções comparativamente mais adequadas.

No entanto, no que diz respeito ao nível humano, algo de novo teria emergido. E, para esclarecer este aspecto, Popper compara o que chamou de “árvore evolucionária” com a “árvore crescente do conhecimento”. A “árvore evolucionária” teria se desenvolvido a partir de um tronco comum, dando origem a toda uma complexa subdivisão em galhos e ramos. O tronco comum seria os nossos ancestrais unicelulares. Essa “árvore evolucionária” seria semelhante à “árvore evolucionária de nossas ferramentas e instrumentos”, que teria se desenvolvido a partir de objetos simples, como pedras e varas, e que, com o desafio de responder a problemas cada vez mais variados e complexos, foi se sofisticando, dando origem a instrumentos mais elaborados e eficientes, que colocavam a atividade de transformação do homem em outro patamar, no qual surgiam novos desafios, dando oportunidade de desenvolvimento de novas ferramentas e assim sucessivamente.

Entretanto, Popper observa que há diferenças entre o crescimento dessas “árvores evolucionárias” e o crescimento do conhecimento humano. O desenvolvimento do conhecimento aplicado ainda seria muito semelhante ao desenvolvimento de ferramentas e outros instrumentos, pois sempre surgiriam aplicações cada vez mais variadas e especializadas e esses dois tipos de desenvolvimento estariam interligados. Mas ocorreria algo muito diferente em relação ao conhecimento puro (ou pesquisa fundamental), que cresceria em sentido inverso aos dois anteriores, ou seja, seguiria uma tendência de crescente integração no rumo de teorias unificadas. A esse respeito, Popper afirma: “Esta tendência tornou-se muito óbvia quando Newton combinou a mecânica terrestre de Galileu

com a teoria de Kepler sobre os movimentos celestes; e persistiu desde então.”(POPPER, 1975, p.239).

A árvore do conhecimento puro poderia ser representada como brotando de incontáveis raízes (os vários tipos de conhecimentos isolados) e com a tendência de unificação em um tronco comum. Segundo Popper, esse crescimento integrativo da árvore do conhecimento puro poderia ser explicado como o resultado do objetivo particular deste tipo de atividade: satisfazer nossa curiosidade explicando as coisas, responder a perguntas de “como” e “por quê”, propondo teorias explicativas que serão criticadas e confrontadas com os fatos.

Isto tudo porque o objetivo final, neste tipo de pesquisa, seria encontrar teorias que se aproximem mais da verdade¹⁰, de acordo com o critério popperiano de verossimilitude, critério este que permitiria a crítica racional (comparação e escolha racional entre teorias concorrentes). A esse respeito, Popper afirma: “[...] nossa paixão de explicar por meio de teorias unificadas é universal e ilimitada, nosso alvo de chegar mais perto da verdade explica o crescimento integrativo da árvore do conhecimento.”(POPPER, 1975, p.241).

A teoria que Popper propõe para explicar o desenvolvimento do conhecimento humano se apóia amplamente na leitura que faz da teoria da evolução de Darwin, mas são apresentadas algumas reformulações, como a que substitui o conceito de “mutações” por eventos acidentais de experiência e erro, e a “seleção natural” como um meio de controlar essas experiências pela eliminação do erro.

Segundo Popper (1975, p.222), a princípio, todos os organismos simples estariam constantemente empenhados em resolver problemas, que seriam, basicamente, problemas de sobrevivência. A solução desses problemas sempre se daria pelo método de experiência e erro: “[...] novas reações, novas formas, novos órgãos, novos modos de comportamento, novas hipóteses são experimentalmente postos à frente e controlados por eliminação de erro.” (POPPER, 1975, p.222)

Esse processo poderia levar à eliminação das formas malogradas ou ao desenvolvimento de novas formas. A esse respeito, afirma:

O organismo isolado é uma espécie de ponta de lança de seqüência evolucionária de organismos à qual pertence (seu *fillo*) (sic): é ele próprio uma solução experimental, investigando novos nichos ambientais, escolhendo um ambiente e modificando-o. Relaciona-se assim com seu *fillo* (sic) quase exatamente como as ações (comportamento) do organismo individual se relacionam com este organismo: o organismo individual e seu

¹⁰ A respeito deste objetivo, ver com mais detalhe o item 2.3 supra.

comportamento são, ambos, experiências, que podem ser eliminadas por eliminação de erro. (POPPER, 1975, p.222-223).

Partiríamos sempre de um problema, haveria uma multiplicidade de soluções experimentais à disposição e a eliminação de erro levaria a uma outra etapa, a um novo problema.

A diferença entre o neo-darwinismo e a teoria popperiana de evolução do conhecimento é que, para o primeiro, há somente *um* problema: o problema da sobrevivência e a não eliminação do erro corresponderia à morte do organismo. Entretanto, para a teoria popperiana, nem todos os problemas seriam de sobrevivência, haveria numerosos problemas e subproblemas específicos que, uma vez solucionados, dariam origem a outros problemas de maior complexidade.

Para enfatizar as diferenças entre a evolução do conhecimento humano e a evolução de organismos, Popper afirma:

As experiências e erros do cientista consistem de hipóteses. Ele as formula em palavras, e muitas vezes por escrito. Pode então tentar encontrar brechas em qualquer uma dessas hipóteses, criticando-a e testando-a experimentalmente, ajudado por seus colegas cientistas, que ficarão deleitados se puderem encontrar uma brecha nela. Se a hipótese não suportar essas críticas e esses testes pelo menos tão bem quanto suas concorrentes, será eliminada.

Ocorre diferentemente com o homem primitivo e com a ameba. Aí não há atitude crítica, e assim acontece, na maioria das vezes, que a seleção natural elimina uma hipótese ou expectativa errônea eliminando os organismos que a sustentam ou nela acreditam. Podemos portanto dizer que o método crítico ou racional consiste em deixar que nossas hipóteses morram em vez de nós; é um caso de evolução exossomática. (POPPER, 1975, p.226-227).

5 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

5.1 A Filosofia é relevante para o Ensino de Ciências?

Apesar de muitas pessoas relacionadas ao Ensino de Ciências tomarem como óbvia a relevância da Filosofia da Ciência para a área em que atuam, na verdade, não existe um consenso a esse respeito, e nem talvez uma percepção clara, por parte de muitos, das principais razões que levam a disciplina a fazer parte das linhas de pesquisa dos programas de pós-graduação da área.

A Filosofia parece, para muitos professores de Ciências do ensino fundamental e médio (como veremos em pormenor no item 5.2) e mesmo do ensino superior, algo por demais abstrato, um emaranhado de discussões teóricas de importância duvidosa, com um impacto irrelevante na área científica. A presença marcante, ainda hoje, de uma visão de ciência influenciada por certos desdobramentos equivocados do pensamento positivista é a principal responsável pelos questionamentos sobre a importância da Filosofia tanto para o ensino como para o desenvolvimento da ciência.

A grande influência que o positivismo alcançou ao longo dos séculos XIX e XX marcou profundamente a Filosofia e, particularmente, a Filosofia das Ciências. Essa influência se deveu, em grande parte, à percepção dos admiradores do positivismo, de que aquele tipo de conhecimento, aquela forma típica de conhecer, manipular, experimentar, controlar e intervir, que vinha se desenvolvendo acentuadamente (cujos fundamentos descrevemos em detalhe nos itens 2.1 e 2.2) e com resultados práticos evidentes - descoberta de novas drogas, ligas metálicas, tinturas, fontes de energia, ferramentas, máquinas, tudo isso influenciando no aumento da produção industrial, controle e cura de doenças, construção de edifícios, pontes, estradas, instalações industriais - deveria receber atenção especial e toda a admiração pelo que vinha alcançando em termos de explicação e modificação da realidade. E este processo ocorreu tendo a indesejável contrapartida de uma relativa perda de *status* da Filosofia, o que, de fato, deveria ter ocorrido somente com aquele tipo de Filosofia que os positivistas mais atacavam, a tradição filosófica metafísica, caracterizada pela discussão de temas abstratos, com uma profusão de posicionamentos e argumentações, a respeito das quais era difícil tomar uma decisão.

Como resultado desses desenvolvimentos, pôde-se observar, no decorrer dos séculos XIX e XX, o aparecimento de posicionamentos, dentro da própria Filosofia, de valorização dos procedimentos, metodologia e linguagem da ciência e de condução da investigação filosófica para os temas e problemas abordados pela ciência. Em paralelo a isso, temas e problemas que eram enfocados no âmbito da Filosofia foram, progressivamente, sendo tratados pelas novas ciências que estavam se constituindo. Uma das principais conseqüências desse processo foi que ficou mais fácil e evidente perceber a importância das ciências para o homem e a sociedade, ocorrendo o inverso com a Filosofia, que pareceu esvaziar-se e não dedicar-se a temas e problemas relevantes.

Como essas percepções limitadas, fragmentadas e intuitivas do papel da Filosofia para o ensino e desenvolvimento da ciência serão abordadas com mais detalhe no item 5.2, se passará então a considerar o processo de revalorização da Filosofia da Ciência, através do qual ela se aproxima do Ensino de Ciências, inicialmente por intermédio de buscas de analogias.

5.2 A Filosofia da Ciência se aproxima do Ensino de Ciências

Um momento importante no processo de aproximação entre o Ensino de Ciências e a Filosofia da Ciência ocorreu com os debates a respeito do modelo de *Mudança Conceitual*. A contribuição de Posner e seus colaboradores (1982) foi das mais relevantes para essa aproximação. Os autores procuraram estabelecer um paralelo entre as condições de mudança conceitual na ciência (tomando por base inicialmente as idéias de Kuhn e Lakatos) e no Ensino de Ciência. Trabalhando com os conceitos de *assimilação* e *acomodação*, Posner e seus colaboradores estabelecem uma analogia muito interessante com conceitos utilizados por Lakatos. A *acomodação* seria a forma mais radical de mudança conceitual, que ocorreria quando os conceitos centrais e correntes do aluno precisassem passar por um processo de substituição ou reorganização, para poder compreender um novo fenômeno de maneira satisfatória. Os autores apresentam então duas perguntas fundamentais: “Sob quais condições um conceito central acaba sendo substituído por outro?” e “Quais são os aspectos da ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos?”. Essas perguntas acabaram conduzindo a quatro itens que descrevem as condições que seriam comuns na maioria dos casos de

acomodação e que se mostram nitidamente inspirados nas idéias de Lakatos (1979), pois as mesmas condições estariam presentes também nos casos das mudanças conceituais dos cientistas, a saber:

- 1- Deve ocorrer insatisfação com as concepções existentes
- 2- A concepção nova deve ser inteligível
- 3- A nova concepção deve parecer plausível
- 4- A nova concepção deve ter o potencial de um frutífero programa de pesquisa. (POSNER, 1982).

As idéias de Posner e Strike sobre mudança conceitual foram posteriormente atualizadas (STRIKE; POSNER, 1992), mas as relações criativas entre as áreas de Filosofia da Ciência e Ensino de Ciência tornaram mais familiares, para a última, nomes como Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Laudan e Toulmin.

Outra colaboração importante, ainda na perspectiva dos estudos sobre *Mudança Conceitual*, foi dada por Nussbaum que, no importante texto *Mudança conceitual em sala de aula: perspectivas filosóficas* (NUSSBAUM, 1989), organizou, através de quadros, os principais posicionamentos em Filosofia e Filosofia da Ciência, tendo como fio condutor as questões do conhecimento e do crescimento do conhecimento científico. Em outro texto importante (NUSSBAUM, 1998), o autor aborda a importância da História e da Filosofia da Ciência no ensino construtivista, analisando o caso do ensino da teoria de partículas. Em razão da relevância que os quadros elaborados por Posner (1989) possuem para o tema desta tese, e também pelo seu caráter didático, facilitando o entendimento de alguns paralelos entre Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências, dois deles serão reproduzidos a seguir.

EMPIRISMO

KANT

POPPER

LAKATOS

TOULMIN

KUHN

O conhecimento é somente aquilo que foi provado ou confirmado.

Observações imparciais e pacientes resultam em generalizações (hipóteses) que são confirmadas (i.e. transformadas em leis e por teorias) por indução.

Observações objetivas e procedimentos indutivos constituem o método científico.

O conhecimento é acumulado indutivamente.

O método científico garante o progresso em direção (provavelmente) à verdade.

O conhecimento cresce quando a lógica nos libera do erro sistemático.

Ao prover o conhecimento sobre o fenômeno, aplicamos estruturas conceituais que são universais, categorias a priori.

A aplicação sistemática de categorias a priori sobre os dados experimentais é o método científico.

Construímos a realidade a priori por nossas estruturas conceituais internas, que por sua vez constituem a estrutura para nossa percepção do mundo.

Há somente um tipo de lógica e, portanto somente um tipo de geometria. A física newtoniana é o ápice da atividade cognitiva.

O progresso científico nos aproxima a verdade (em relação ao mundo de fenômeno).

As teorias são especulações audaciosas, criativamente contruídas.

O conhecimento é não-provável e não-confirmável.

Uma teoria pode ser reprovada (falsificada) ao testá-la com contra-evidência, usando lógica dedutiva.

A falsificação é o método científico para rejeitar teorias.

A falsificação usa os experimentos cruciais todo o tempo.

Mudanças conceituais são mini-revoluções que ocorrem todo o tempo. Portanto, elas são revolucionárias.

A sucessão das teorias científicas é um progresso genuíno, mesmo em um sentido absoluto.

As teorias são não-reprováveis. Logicamente, um fato nunca pode falsificar uma teoria. Uma teoria sempre pode ser salvaada ao propor um conjunto ajustável de hipótese auxiliares.

A teoria não é rejeitada por sua falsificação, mas somente no contexto de uma comparação com teorias rivais, usando a pesquisa infrutífera como critério.

Não há experimento crucial e nem rejeição instantânea.

A mudança conceitual é evolucionária.

O progresso ocorre quando um programa de pesquisa rival propõe uma "mudança do problema" frutífera.

Os sistemas conceituais mudam assim que os mudam seu significado os processos sóciohistorico e pelos atos racionais (que não são necessariamente lógicos) ; analógicos a 'mudança ecológica que ocorre na população de conceitos.

Não há experimento crucial.

A mudança conceitual é evolucionária.

O progresso é similar à adaptação biológica.

A escolha teórica é uma decisão comunitária influenciada pelos valores compartilhados profissional, social e psicologicamente ao invés de regras de escolha

Não há experimento crucial.

A mudança conceitual (mudança/desvio de paradigma) é revolucionaria, como em desvio de Gestalt. Ocorre em momentos de crise.

Não há comunicação entre paradigmas.

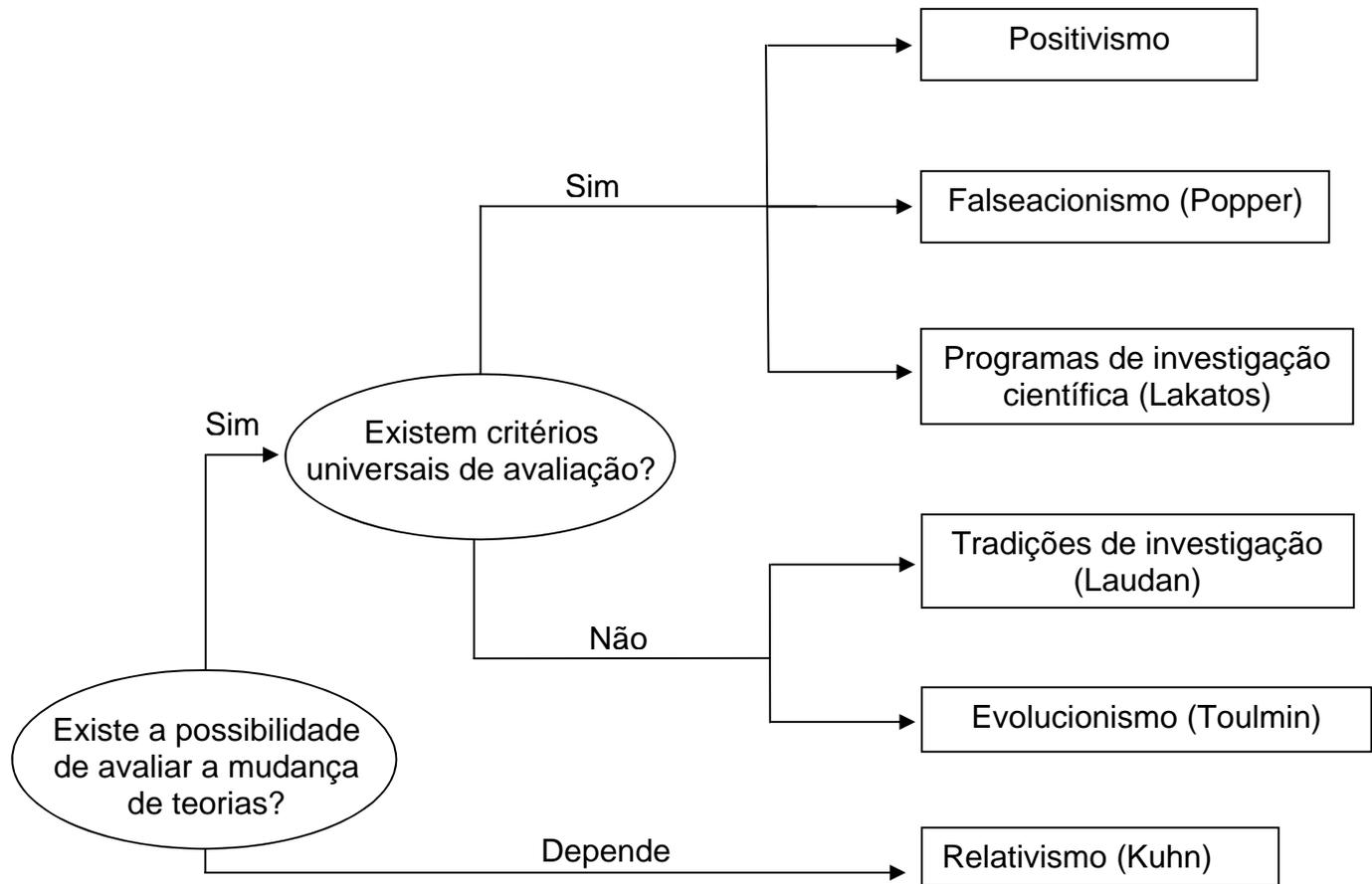
O progresso é uma noção relativa.

Fonte: (Nussbaum, 1989, p.534)

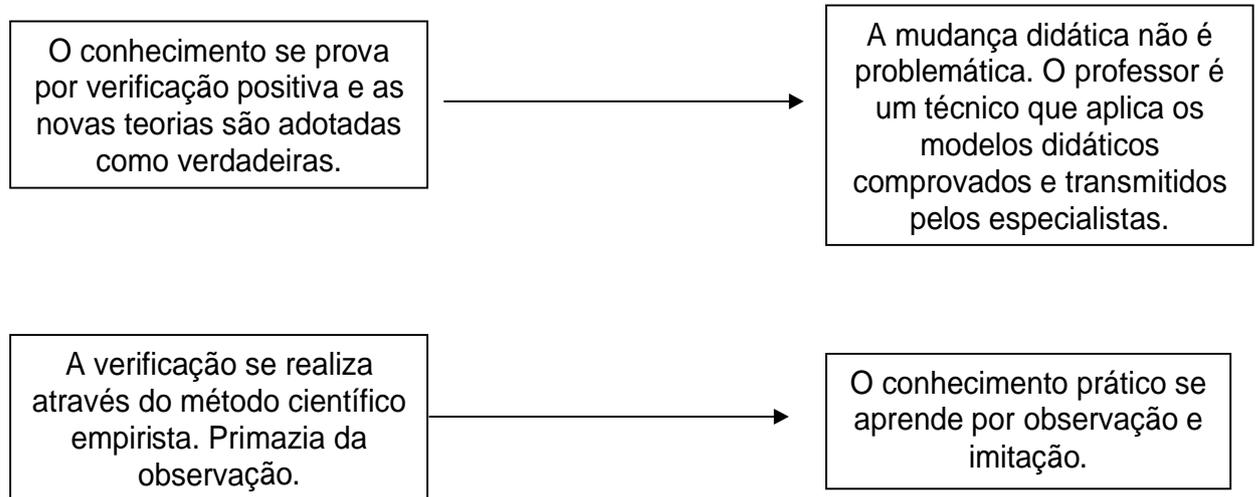
Em uma perspectiva distinta da *mudança conceitual*, Mellado Jiménez (2003), em texto mais recente, continua a explorar de forma frutífera as relações entre as idéias dos principais autores da Filosofia da Ciência do século XX e as mudanças que podem ocorrer na forma como os professores de Ciências ensinam. Vale ressaltar duas observações importantes feitas pelo autor e que refletem também a percepção de Posner e Nussbaum. A primeira diz respeito à constatação de que até a década de oitenta, a Filosofia das Ciências esteve praticamente ausente tanto dos programas de Ensino de Ciências como da formação dos professores da área. A segunda assinala que a “imagem absolutista” que se tinha da ciência vai progressivamente, em grande parte graças à colaboração da Filosofia e da História da ciência, cedendo espaço a uma visão na qual o conhecimento científico é entendido como algo que passa por constantes mudanças e evoluções.

Os quadros organizados por Mellado Jiménez revelam uma reflexão muito interessante a respeito dos principais autores de Filosofia da Ciência, sendo as perguntas condutoras da reflexão comparativa entre eles as seguintes: “Existe possibilidade de avaliar a mudança de teorias?” e “Existem critérios universais de avaliação?” O autor, em seguida, passa a estabelecer analogias entre a posição dos vários autores estudados em relação a essas perguntas e as mudanças na forma de ensinar dos professores. Devido à relevância de tais quadros para nossa reflexão posterior, apresentaremos alguns aqui com a intenção de já concentrarmos a atenção sobre alguns pontos que serão debatidos mais à frente.

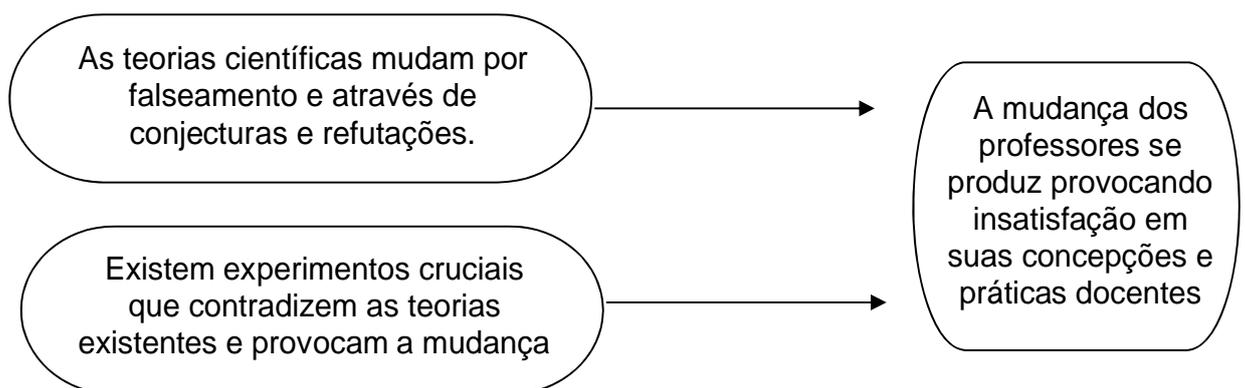
Teorias filosóficas a partir dos quais se realizarão as analogias



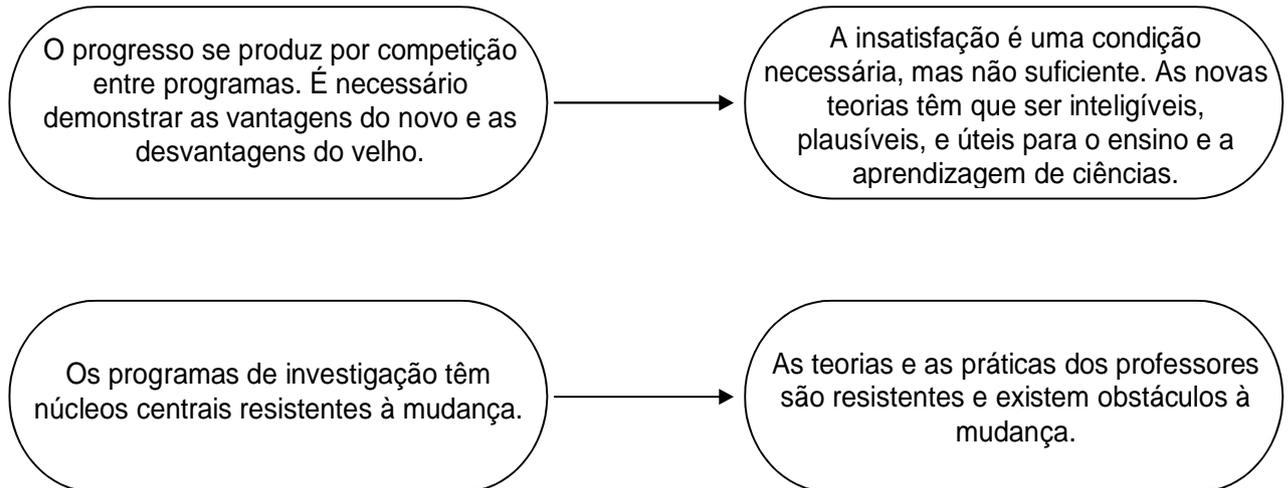
Analogia com o positivismo



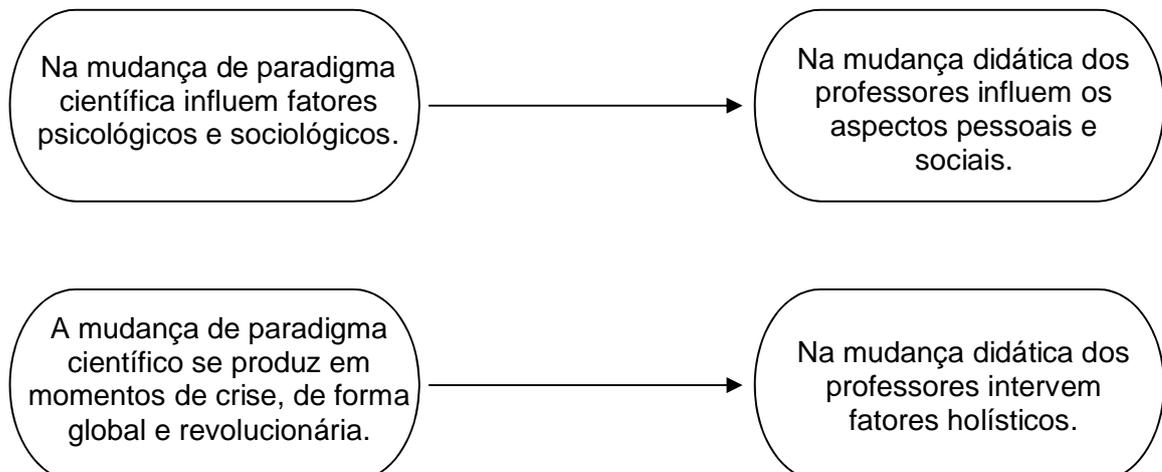
Analogia com o falseacionismo de Popper



Analogia como os programas de investigação científica (Lakatos)



Analogia com a mudança de paradigmas de Kuhn



Fonte: (MELLADO JIMÉNEZ, 2003)

5.3 A Filosofia da Ciência e a História da Ciência no Ensino de Ciências

Considerações de caráter histórico a respeito de vários temas, hoje abarcados por diferentes ciências, foram feitas desde a antiguidade clássica, mas, como área autônoma, a existência da História da Ciência remonta à década de sessenta do século XX (DEBUS, 1991).

Um exemplo que se tornou clássico para a análise da importância da História da Ciência (HC) para o Ensino de Ciência foi o *Harvard Project Physics* (HPP) que incluía grande quantidade de informação histórica para o ensino de Física. Ao comparar os resultados do HPP com os de outro projeto, o *Physical Science Study Committee* (PSSC), que tinha ênfase no conteúdo aplicado e matemático do curso de Física, Russel (1981) chega a algumas conclusões interessantes. O autor utiliza dois critérios para comparar os projetos: o aumento do interesse pela ciência e o melhor entendimento do método científico. Em relação ao primeiro critério, o HPP, com ênfase nas informações históricas, obteve um resultado superior em relação ao PSSC, conduzindo à seguinte conclusão: “[...] se desejamos usar a HC para influenciar positivamente a atitude dos estudantes em relação à ciência, devemos incluir uma quantidade significativa de material histórico no conteúdo dos cursos” (RUSSEL, 1981, p.55).

Mas, quando se analisou o segundo critério, observou-se que os resultados obtidos pelo HPP e pelo PSSC foram idênticos, identificando o grande potencial das informações históricas também para a compreensão do método científico; a esse respeito, Russel concluiu: “[...] se desejamos usar a HC para influenciar o entendimento dos estudantes em relação à ciência, devemos incluir quantidade significativa de material histórico e tratar esta material de modo a elucidar as características peculiares da ciência.” (RUSSEL, 1981, p.56).

Em sua tese de doutorado, Fernando Bastos (1998) apresenta uma síntese dos argumentos pelos quais se procura demonstrar a relevância da História da Ciência para o Ensino de Ciências. De acordo com o levantamento realizado pelo autor, a História da Ciência contribuiria para:

- a) Evidenciar o caráter provisório dos conhecimentos científicos;
- b) Preparar indivíduos adaptados a uma realidade em contínua transformação (isto resultaria em parte de ‘a’);
- c) Evidenciar os processos básicos por meio dos quais os conhecimentos são produzidos e reproduzidos;
- d) Evidenciar as relações mútuas que vinculam ciência, tecnologia e sociedade;

- e) Evidenciar as características fundamentais da atividade científica e, assim, promover a *alfabetização científica* dos indivíduos (isto resultaria em parte de 'a', 'c' e 'd');
- f) Preparar indivíduos para uma cidadania crítica e atuante (isto resultaria em parte de 'a', 'b', 'c', 'd' e 'e');
- g) Estimular o interesse dos alunos pelas disciplinas científicas, ao quebrar a monotonia dos programas de ensino estritamente direcionados para aspectos técnicos;
- h) Oportunizar o contato dos alunos com indagações, evidências, argumentos, teorias e interpretações que estimulem a mudança conceitual ou a aquisição de concepções mais aceitáveis do ponto de vista científico;
- i) Melhorar a aprendizagem de conceitos, hipóteses, teorias, modelos e leis propostas pela ciência (isto resultaria em parte de 'g' e 'h');
- j) Suscitar a admiração pelas realizações da ciência e incentivar o aluno a se tornar um futuro cientista;
- k) Caracterizar a ciência como parte integrante da herança cultural das sociedades contemporâneas;
- l) Promover a *alfabetização cultural* dos indivíduos (isto resultaria em parte de 'e' e 'k'). (BASTOS, 1998, p.36-37).

Ao refletir a respeito de afirmações como “Evidenciar o caráter provisório dos conhecimentos científicos” ou “Preparar indivíduos adaptados a uma realidade em contínua transformação [...]”, se percebe que há um processo de interpretação das informações históricas, processo esse que, no caso, teria levado a um confronto com concepções estabelecidas sobre o caráter da ciência e da realidade social; essas reflexões, que conduzem a novas interpretações a partir da comparação entre hipóteses e destas com dados históricos, não supõe uma atividade típica da Filosofia?

Da mesma forma, refletindo a respeito de afirmações como “Preparar indivíduos para uma **cidadania crítica e atuante** [...]” (grifo nosso) ou ainda mais “Oportunizar o contato dos alunos com indagações, evidências, argumentos, teorias e interpretações que estimulem a mudança conceitual [...]”, já não se estaria levando em conta atividades que também são características da Filosofia?

Ou ainda, quando se procura “Evidenciar os processos básicos por meio dos quais os conhecimentos são produzidos e reproduzidos” ou “Evidenciar as características fundamentais da atividade científica [...]”, não se está, inevitavelmente, entrando no campo da Filosofia e da Filosofia da Ciência, onde as discussões sobre como se conhece, o que se pode conhecer, e o que é afinal o conhecimento científico, estão sendo debatidos há tanto tempo?¹¹

Ao analisar as duas principais obras dos dois autores de Filosofia da Ciência que polarizaram o debate a partir da década de 60 do século XX – *A lógica da pesquisa científica* (POPPER, 1974) e *A estrutura das revoluções científicas* (KUHN,

¹¹ A esse respeito ver, por exemplo, todo o capítulo 2 desta tese.

1996), se percebe claramente que as considerações de ambos a respeito do que é a Ciência e seu método se apóiam fortemente em evidências históricas a respeito do que seria o fazer ciência.

Todo o debate que se seguiu, já de forma ampliada, com a participação de outros autores¹², sempre encontrou o apoio na História da Ciência para teorizar a respeito do que seria, ou o que deveria ser, o fazer ciência. Dessa forma, as duas áreas passaram a ser abordadas em conjunto, e aquilo que já se percebia como necessário nas pesquisas de Filosofia (Filosofia da Ciência apoiada na História da Ciência) passou também a ser a tônica das abordagens na área de Ensino de Ciências.

As pesquisas em Ensino de Ciências, voltadas para a área de História e Filosofia da Ciência (HFC), avançaram até um ponto em que os trabalhos mais recentes já buscam realizar levantamentos e sínteses, procurando, na riqueza do debate, pontos de convergência que permitam orientações de caráter prático. Neste sentido, Batista (2007) observa alguns pontos consensuais a respeito da importância da HFC no Ensino de Ciências:

- Torna as aulas mais desafiadoras e reflexivas;
- Humaniza as Ciências;
- Explicita as relações entre dogma, sistema de crenças e racionalidade científica;
- Ajuda a superar o mar de falta de significação de fórmulas e equações;
- Melhora a formação do professor;
- Torna o conhecimento científico mais interessante, acessível e compreensível;
- Permite uma visão ampliada dos conceitos, dos problemas e de suas resoluções, inclusive relacionando-os interdisciplinarmente;
- Seu estudo pode conduzir a idéias inovadoras e a uma nova visão de mundo e da cultura científica, validando a relação cultura-intelectualidade. (BATISTA, 2007, p. 260).

No mesmo sentido de consolidar resultados após longa fase de debates, El-Hani (2007) observa que a fase de defesa da importância da História e da Filosofia das Ciências levou às abordagens contextuais do Ensino de Ciências, que propõe que a aprendizagem das ciências deve caminhar com uma aprendizagem sobre as ciências (sobre a natureza da ciência). O autor observa que vários documentos internacionais como o Projeto 2061, da Associação Norte-Americana para o Progresso da Ciência e o Currículo Nacional Britânico, enfatizam a importância da compreensão da natureza da ciência, não se limitando à mera apresentação dos produtos da pesquisa científica, “[...] sem terem na devida conta os processos de

¹² A esse respeito ver, a título de exemplo, a obra *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

construção do conhecimento científico e as dimensões históricas, filosóficas, sociais e culturais da ciência”. (EL-HANI, 2007, p.294).

Neste sentido, El-Hani observa que os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) seguem uma tendência que vem marcando as últimas décadas, mas fazem apenas referências pontuais sobre a relevância da História e da Filosofia da Ciência, não ocorrendo um tratamento mais sistemático, ao longo do documento, que pudesse caracterizar um claro compromisso com a proposta de abordagem contextual, como ocorre nos dois documentos citados anteriormente. Reforçando suas considerações sobre as limitações da abordagem dos PCNs, afirma:

É preciso enfatizar, ainda, que não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico no Ensino de Ciências, mas de efetivamente considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar. Ou seja, não é o caso de focar-se somente a participação de estudantes e professores em atividades simuladas de investigação científica, sem um tratamento explícito e crítico das dimensões históricas, filosóficas, sociais e culturais envolvidas em tal investigação. (EL-HANI, 2007, p.295).

O autor procura ainda, no sentido descrito acima, identificar pontos importantes de concordância, sintetizando alguns posicionamentos comuns de filósofos da ciência como Popper, Kuhn, Bunge, Toulmin, Lakatos, Laudan e Giere. Para isso, apóia-se no trabalho de Gil-Pérez e colaboradores (2001), que apresentam primeiramente teses compartilhadas sobre **o que deve ser evitado**:

- i) Uma concepção empírico-indutivista e ateórica, na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, independentes de compromissos teóricos, deixando-se de lado o papel de conceitos e hipóteses como orientadoras da investigação.
- ii) Uma visão rígida, algorítmica, exata da prática científica, que se resumiria ao emprego de um suposto ‘Método Científico’, entendido como um conjunto de etapas que devem ser seguidas mecanicamente.
- iii) Uma visão aproblemática e ahistórica, dogmática e fechada, da ciência, relacionada ao ensino como uma retórica de conclusões, buscando-se transmitir aos alunos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas dos quais eles se originaram, as dificuldades encontradas em sua solução, as possibilidades e limitações do conhecimento científico, etc.
- iv) Uma visão exclusivamente analítica da ciência, favorecendo uma posição epistemológica reducionista, que considera o conhecimento das partes não somente necessário, mas também suficiente para a compreensão do todo (EL-HANI, 2000). Gil-Pérez et al. (2001) consideram também um erro a opção por um extremo oposto, de natureza holista, no qual a necessidade de análise é negada.
- v) Uma visão acumulativa, na qual o crescimento do conhecimento científico é visto como um processo linear, ignorando-se as crises e as revoluções científicas (KUHN [1970] 1996).
- vi) Uma visão individualista e elitista da ciência, na qual o conhecimento científico é visto como a obra de gênios isolados, perdendo-se de vista a natureza cooperativa do trabalho científico.
- vii) Uma visão socialmente neutra, descontextualizada, da ciência, que não tem na devida conta as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. (EL-HANI, 2007, p.299-300).

Ainda apoiado em Gil-Pérez, o autor apresenta, na seqüência, algumas **características essenciais do trabalho científico** de acordo com idéias compartilhadas pelos principais filósofos da ciência:

- i) O reconhecimento de que existe uma variedade de métodos empregados pelas diversas ciências, admitindo-se um pluralismo metodológico.
- ii) A rejeição de uma visão empírico-indutivista, aceitando-se a dependência teórica da observação e enfatizando-se o papel das teorias na atividade científica e a natureza não linear do crescimento do conhecimento científico.
- iii) O reconhecimento do papel das hipóteses na prática científica, sendo estas entendidas como tentativas de respostas a problemas formulados cientificamente, que devem ser submetidas a testes rigorosos, mas jamais serão estabelecidas de maneira absoluta. Deve-se compreender, assim, a natureza conjectural do conhecimento, evitando-se concepções epistemológicas absolutistas.
- iv) O entendimento de que a busca de coerência global, sistematização e unificação dos conhecimentos científicos constitui um aspecto central de todas as ciências. Deve-se evitar, ainda, o que Gil e colaboradores chamam de 'reduccionismo experimentalista', de acordo com o qual um tratamento experimental único poderia ser suficiente para refutar ou comprovar uma hipótese.
- v) O reconhecimento e a compreensão do caráter social da atividade científica.(EL-HANI, 2007, p.300-301).

Apesar de reconhecer a inexistência de uma visão única sobre a natureza da ciência, ou de um consenso sobre uma imagem "correta" da atividade científica, El-Hani observa que é possível vislumbrar alguns pontos comuns sobre o que seria uma visão adequada da natureza da ciência a partir de confluências das concepções epistemológicas predominantes em certo período. Apoiado nos trabalhos de Mccomas e colaboradores (1998) e de Gil-Pérez et.al. (2001) o autor afirma que, após o exame de oito documentos curriculares internacionais, foi possível se chegar aos seguintes pontos comuns:

- i) O conhecimento científico, embora robusto, tem uma natureza conjectural.
- ii) O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo.
- iii) Não há maneira única de fazer ciência, i.e., não há um método científico universal, a se seguido rigidamente.
- iv) A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais.
- v) Leis e teorias cumprem papéis distintos na ciência, e teorias não se tornam leis, mesmo quando evidências adicionais se tornam disponíveis.
- vi) Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência.
- vii) Novos conhecimentos devem ser relatados abertamente e claramente.
- viii) A construção do conhecimento científico requer registros de dados acurados, crítica constante das evidências, das teorias, dos argumentos etc. pelas comunidades de pesquisadores e replicação dos estudos realizados.

- ix) Observações são dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas.
- x) Cientistas são criativos.
- xi) A história da ciência apresenta um caráter tanto evolutivo quanto revolucionário.
- xii) A ciência é parte de tradições sociais e culturais.
- xiii) A ciência e a tecnologia impactam uma à outra.
- xiv) Idéias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas. (EL-HANI, 2007, p.298-299).

Como se procurou demonstrar neste item e no anterior, a relevância da História e da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências é cada vez mais bem compreendida, já originando esforços por buscas de pontos convergentes, além da presença cada vez mais significativa e estruturada nas propostas curriculares de vários países.

No próximo item, se procurará dar continuidade aos esforços de reflexão sobre o impacto da Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências, através da consideração de algumas diferenças importantes para a postura do professor em sala de aula, a partir da adoção de uma visão de ciência desta ou daquela corrente de pensamento.

5.4 As concepções de ciência entre professores de Ciências

Nas duas últimas décadas, ocorreu um aumento considerável das pesquisas a respeito das concepções de ciência entre os professores de Ciências. Trabalhos como os de Mizukami (1986), Kouladis e Ogborn¹³, Gil-Pérez (1991-1993), Becker (1993) e Porlán e colaboradores (1998), são alguns dos exemplos que podem ser lembrados desse esforço por compreender a imagem de ciência dos professores que ensinam Ciências.

No entanto, para os objetivos desta tese, concentraremos-nos no trabalho da Professora Doutora Ana Maria de Oliveira Cunha (1999) que, ao investigar o problema da mudança conceitual dos professores, acabou por apresentar um panorama muito adequado a respeito de como os professores de Ciências entendem o fazer ciência. A utilização do referido trabalho se justifica, sobretudo, pelo ponto de vista semelhante a respeito do impacto das concepções de ciência dos professores nas atividades docentes:

¹³ KOULADIS, V. , OGBORN, J. Philosophy of science: an empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, v.11, n.2, p.173-184, 1989.

Se nosso pressuposto básico, compartilhado por grande parte dos educadores de professores no momento (Santos, 1991¹⁴; Duschl 1995¹⁵; Carrascosa et al.,1993¹⁶) é que a epistemologia do professor influencia o modo pelo qual eles ensinam, investir na pesquisa sobre a epistemologia do professor e em cursos que possam influenciá-la se faz necessário. (CUNHA, 1999, p.16).

O ponto de vista apresentado nesta tese, entretanto, tem como foco algo um pouco mais específico: a percepção de que pode haver algum tipo de influência das concepções de ciência dos professores entre os alunos que freqüentam seus cursos. No que diz respeito ao impacto das concepções de ciência dos professores em suas práticas educativas, como a própria autora observa, as pesquisas apresentaram resultados discrepantes. Alguns deles confirmam a influência da concepção na prática docente: Gallagher¹⁷, Cachapuz¹⁸, Ballenilla¹⁹. Contudo, outras pesquisas não encontraram influência direta das concepções de ciência dos professores sobre suas práticas educativas: Benson²⁰, Duschl e Wright²¹, Lederman e Zeidler²², Mellado(1998). De acordo com a autora, Mellado e Lederman observaram que muitos outros fatores influenciam na prática do professor em sala de aula, sendo que suas concepções de ciência não estariam entre as mais relevantes.

As pesquisas mostraram resultados diversos, pode-se tentar compreender isto a partir da constatação – presente, na tese da autora, nos resultados dos estudos de Mellado (CUNHA, 1999, p.37) - de que os professores se mostravam inseguros e contraditórios no que dizia respeito a questões epistemológicas; não havendo clareza ou coerência a respeito das próprias concepções de ciência. Isto, com certeza, resultará em um certo tipo de impacto no ensino, mais precisamente, em um impacto nem sempre congruente com a concepção confusa ou incoerente de ciência que se adota. Portanto, os resultados diversos poderiam ser debitados a esses fatores, assim como ao fato de os professores atuarem, em sala de aula,

¹⁴ SANTOS, M. E. V. M. *Mudança conceitual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

¹⁵ DUSCHL, R. A. Más Allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.1, 1995.

¹⁶ CARRASCOSA, J. et al. Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra, 1993.

¹⁷ GALLAGHER, J. J. *Six views of teaching Science*. Michigan State University, 1993.

¹⁸ CACHAPUZ, A. Filosofia da ciência e ensino de química: repensar o papel do trabalho experimental. In: _____. *Lãs didáticas específicas em la formación del professorado II (I)*, Tórculo, Santiago, p.357-364, 1994.

¹⁹ BALLENILA, F. El cambio de modelo didáctico, um proceso complejo, *Investigación en la Escuela*, v.18, p.43-68, 1992.

²⁰ BENSON, G. Epistemology and science curriculum. *Journal of Curriculum Study*, v.21, n.4, p.329-344, 1989.

²¹ DUSCHL, R. A. ; WRIGHT, E. A case study of High School teachers` decision-making for planning and teaching science, *Journal of Research in Science Teaching*, v.26, n.6, p.467-501, 1989.

²² LEDERMAN, N. G. ; ZEIDLER, D. L. Science teachers` conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior? *Science Education*, v.71, n.5, p. 721-734, 1987.

baseados mais nas tradições de transmissão de conhecimento que assimilaram e na intuição, do que em opções conscientes e refletidas sobre o ensino.

Dessa forma, os trabalhos que procuram identificar uma relação entre concepções de ciência e práticas pedagógicas sempre se iniciam com constatações teóricas (baseadas em analogias e princípios como os de consequência e coerência) a respeito destas relações. Os trabalhos que trilharam este caminho chegaram a resultados muito interessantes, e dois, entre os mais significativos²³, foram aqui comentados, e as relações que estabeleceram, por meio de quadros, se encontram reproduzidos nesta tese.

Entretanto, não se pode esquecer de que se trata de um processo de organização teórica, baseado em princípios, como os de consequência e coerência que, na maioria das vezes, não está presente para os professores que estão ensinando Ciências. O fato de que isso aconteça não deveria ser interpretado, necessariamente, como algo que depõe contra os que procuraram estabelecer as relações (entre concepção de ciência e prática pedagógica). A não ser que tenha apresentado a relação (uma reconstrução teórica) como algo que deveria ter uma correspondência perfeita na realidade.

Todavia, deve-se lembrar que, tão importante quanto os resultados discrepantes das pesquisas, são os aspectos referentes às consequências, às implicações que se derivam de certas concepções de ciência, **que guardam relações diretas com a imagem de ciência que o professor transmite ao aluno.** Os resultados citados anteriormente, que não constataram influência direta das concepções de ciência dos professores em sua **prática educativa** tinham um enfoque diferente daquele que nos interessa. O objetivo desta tese não é de buscar relações entre a concepção de ciência de Popper e teorias pedagógicas que seriam mais congruentes com suas idéias, o que já foi feito, de forma inspirada e adequada por alguns autores. O objetivo é constatar que a concepção popperiana de ciência, se adotada por um professor de Ciências, pode - ou, pelo menos, deveria, por uma questão de coerência - influenciar a imagem de ciência que é transmitida aos alunos, e essa imagem de como é o fazer ciência pode ter consequências diversas para estes alunos.

Este trabalho tem, portanto, um objetivo mais específico, que seria compreender as influências possíveis de uma epistemologia em particular, a de Karl

²³ A esse respeito, ver os quadros de Posner e Mellado Jiménez na seção 5.2.

Popper, para um aluno que aprende Ciências. No entanto, em outros momentos do presente trabalho²⁴, foram feitas referências às concepções de ciência que existiriam ou que seriam predominantes entre os professores de Ciências. A presente seção, portanto, justifica-se, a partir da necessidade de se conhecer, de maneira mais detalhada, as concepções de ciência que estariam interagindo com aquela proposta por Popper.

A tese de doutorado de Ana Maria de Oliveira Cunha faz um cuidadoso apanhado dos vários estudos realizados a respeito da concepção de ciência dos professores de Ciências. Apoiada nestes estudos, a autora afirma “[...] que a epistemologia subjacente ao trabalho do professor é a empirista, permanecendo a tendência para um indutivismo extremo. Embora, às vezes, sustentem no discurso a postura racionalista presente nas propostas construtivistas, sua prática é essencialmente empirista.” (CUNHA, 1999, p.18).

Tendo como base os estudos de Pope & Gilbert²⁵, Gordon²⁶, Gil-Pérez (1991), Lederman²⁷ e Kouladis e Ogborn²⁸, a autora afirma “[...] que os professores transmitem uma imagem deformada do conhecimento e do trabalho científico que pouco tem a ver com as recentes abordagens da epistemologia da ciência.” (CUNHA, 1999, p.18). Segundo a autora, os estudos de Gordon teriam constatado que os professores apresentam a ciência como algo acabado e certo, e os cientistas como dotados de inteligência superior. Por sua vez, Lederman teria evidenciado a visão positivista (empiroindutivista) prevalecendo entre os professores de Ciências.

De acordo com a autora, o trabalho de Koudadis e Ogborn identificou pontos de vista entre os professores de ciências que poderiam ser interpretados como uma certa evolução, na medida em que foram detectadas posições que estariam mais próximas do contextualismo de Kuhn. No entanto, as pesquisas de Mellado (1998) “[...] colocam a maioria dos professores de Ciência numa estrutura de alguma forma positivista.” (CUNHA, 1999, p.20). Segundo Gil-Pérez, a concepção de ciência dos professores seria distorcida por um indutivismo extremo, como se pudesse ser

²⁴ Particularmente nas seções 5.2, 5.3 e 5.5.

²⁵ POPE, M. ; GILBERT, J. Personal experience and the construction fo knowledge in science, *Science Education*, v.67, n.2, p.192-203, 1983.

²⁶ GORDON, D. The image of science, thechnological consciousness and hidden curriculum, *Curriculum Inquiry*, v.14, n.4, p.367-400, 1984.

²⁷ LEDERMAN, N. G. Students´ and teachers conceptions of the nature of science, *Journal of Research in Science Teaching*, n.4, p.331-359.

²⁸ KOULADIS, V. , OGBORN, J. Philosophy of science: an empirical study of teachers´ views. *International Journal of Science Education*, v.11, n.2, p.173-184, 1989.

reduzida a uma seqüência linear de passos, em uma interpretação rígida e dogmática. As pesquisas de Becker, por sua vez, tiveram como resultado que a epistemologia dos professores poderia se manifestar de forma apriorista em alguns casos, empirista em outros, ou como uma mistura dessas duas posições. A esse respeito a autora afirma:

Segundo Becker, pouco esforço foi necessário para detectar, nos depoimentos dos docentes, posições nitidamente empiristas, podendo-se afirmar que o empirismo é a forma que mais amplamente caracteriza as suas epistemologias. Mesmo os docentes com posições aprioristas/inatistas ou que se aproximam de uma postura interacionista não conseguem superar totalmente a epistemologia empirista. Em síntese, todos os docentes são, pelo menos em algum grau, empiristas. Essa é, também, a postura mais claramente verbalizada, talvez por ser a que mais se aproxima do senso comum. (CUNHA, 1999, p.21-22).

O trabalho de Cunha (1999) também evidencia que algumas pesquisas tiveram como resultado concepções mais diversificadas de ciência, no entanto, a concepção empirista sempre aparece como uma das principais. Ao comentar as pesquisas de Acevedo²⁹ e Lakin & Wellington³⁰, a autora observa que o resultado foi a presença de certos traços empiristas, não podendo os professores serem rotulados como indutivistas ingênuos, pelo fato de suas concepções serem mais complexas. Da mesma forma, a pesquisa de Aguirre, Haggerty & Linder³¹, que trabalharam com uma amostra de 74 estudantes-professores de Ciências, após análise qualitativa das repostas, “[...] revelou grande diversidade de concepções sobre a ciência, sendo a visão empirista majoritária entre os sujeitos.” (CUNHA, 1999, p.22).

Os resultados do levantamento feito por Cunha (1999) sobre as concepções de ciência dos professores de Ciências - que tem continuidade, no seu trabalho, com um levantamento das concepções de educação dos professores e, depois, com as relações entre concepções de ciência e educação – levam à conclusão de que a influência da tradição positivista ainda é muito forte, com o conseqüente predomínio de concepções de ciência apoiadas no indutivismo e no empirismo, aparecendo, por vezes, concepções distintas, que só reforçam, por se constituírem em exceções ou casos minoritários, a imagem de predomínio das concepções empiristas.

²⁹ ACEVEDO, J. A. Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: un enfoque C.T.S., *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, v.19, p.111-125, 1994.

³⁰ LAKIN, S. ; WELLINGTON, J. Who will teach the “Nature Science”? : Teachers’ views of science and their implications for science education, *International Journal of Science Education*, v.16, n.2, p.175-190, 1994.

³¹ AGUIRRE, J. M. et al. Student-teachers’ conceptions of science, teaching and learning; a case study in preservice science education, *International Journal of Science Education*, v.12, n.4, p.381-390, 1990.

Uma das observações que podem ser feitas, a partir dos resultados dos levantamentos de Cunha (1999) a respeito das concepções de ciência dos professores de Ciências, é que há pouca clareza e coerência da parte dos professores em relação ao tema. A maioria adota concepções indutivistas e empiristas, alguns acabam apresentando versões ecléticas e, poucos adotam refletidamente uma determinada concepção. O que se pode imaginar, então, a respeito das relações entre essas concepções de ciência e as práticas pedagógicas, ou mesmo, entre as concepções de ciência e suas possíveis implicações?

No entanto, o fato de a maioria dos professores não terem clareza a respeito desses assuntos não significa que eles careçam de relevância, ou que não se deva ver nisso algo para ser estudado, inclusive em relação às possíveis conseqüências.

A todos que se interessam por Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências, cabe a tarefa de colaborar, primeiramente, para o esclarecimento a respeito das concepções de ciência (observando as diferenças entre seus princípios básicos e suas respectivas coerências internas) e, em um segundo momento, ajudar na reflexão a respeito das implicações possíveis dessas concepções. Isto poderia ser estabelecido como um projeto, independentemente de como os professores pensam e atuam no momento. Se o que se deseja dos professores, em relação às concepções de ciência, é consciência, ações refletidas e clareza, não se pode abrir mão de propostas de modificação. E tudo isso, como se verá nas próximas seções, tem conseqüências que vão além do ambiente da escola, na medida em que as Filosofias da Ciência adotadas implicam em teorias do conhecimento que podem ter repercussões mais amplas.

5.5 Pontos relevantes do impacto da Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências

Este ítem será desenvolvido tendo como base não as tradicionais buscas de analogia entre mudanças nas teorias científicas e mudanças conceituais dos alunos, mas sim tomando como suposição que “[...] a maneira pela qual entendemos a racionalidade científica é muito significativa para o ensino de ciências. Ela afeta qual ‘imagem de ciência’ deve ser transmitida aos alunos através de livros-texto, laboratórios e aprendizado de sala de aula.” (NUSSBAUM, 1989, p.533). Portanto, o foco será aquele enfatizado pelas abordagens contextuais do Ensino de Ciências: a aprendizagem de Ciências deve ser acompanhada pela aprendizagem sobre a

natureza da ciência, ou seja, a Filosofia da Ciência é relevante porque oferece subsídios para o ensino de algo que é considerado cada vez mais como fundamental: a compreensão do que é o fazer ciência.

Como se observou no item 5.4, a concepção de ciência influenciada pelo positivismo ainda encontra muito espaço entre os professores de ciência, assim como entre os alunos e no ambiente acadêmico em geral. Um dos pontos que essa tese procura enfatizar é que um dos principais responsáveis, se não o principal, pela crítica daquela concepção tradicional de ciência foi Karl Popper. Apesar de ser erroneamente classificado por alguns como positivista, na verdade, sua crítica da concepção de verdade e de ciência apresentada pelos positivistas acabou se tornando uma das grandes responsáveis por toda a tradição posterior da Filosofia da Ciência, que passou a encarar as teorias científicas como conjecturas passíveis de refutação.

Para se ter uma idéia mais precisa a respeito dessas mudanças, seria interessante analisar com mais detalhe alguns pontos do quadro de Nussbaum apresentado anteriormente (item 5.2).

Ao se analisar o primeiro quadro, quando se compara, por exemplo, a resposta tradicional com a atual a respeito da pergunta: “Como o conhecimento científico cresce?”, observamos uma diferença na resposta que reflete claramente a influência de Popper. A resposta tradicional é: “Pela descoberta do homem ou pelo menos pelo conhecimento confirmado – admite-se – que o ‘conhecimento’ é aquilo que foi *provado* (ou *confirmado*).” **O que Nussbaum apresenta como resposta atual é**, claramente, como se pôde acompanhar no capítulo 2 desta tese, **a resposta de Popper**: “Pela construção do homem do melhor conhecimento contemporâneo – admite-se – que o conhecimento nunca é confirmado, e certamente não é provado.”

Ao se analisar o segundo quadro de Nussbaum (item 5.2), verifica-se que os dois subtítulos, que estão abaixo dos nomes de Popper, Lakatos, Toulmin e Kuhn, denotando que são posições comuns a esses autores, e contrapostas à concepção tradicional (empirismo, Kant), são frases que derivaram das idéias de Popper e que influenciaram profundamente todas as posições posteriores em Filosofia da Ciência, ou seja: “As teorias são especulações audaciosas, criativamente construídas” e “O conhecimento é não provável e não-confirmável”. Como no caso anterior, pode-se perceber que as idéias expressas pelas frases citadas representam uma imagem de

ciência bem distinta da imagem tradicional, colocando para o Ensino de Ciências o desafio da atualização.

Em seu trabalho, El-Hani (2007), apoiado no levantamento de oito documentos curriculares internacionais feito por McComas e colaboradores (1998), apresenta algumas “[...] idéias largamente aceitas sobre a natureza da ciência que se mostram bastante úteis.”(EL-HANI, 2007, p.298). Entre elas³², serão destacadas quatro que podem oferecer uma visão do impacto das discussões sobre ciências no Ensino de Ciências:

“O conhecimento científico, embora robusto, tem uma natureza conjectural”.

Idéia que demonstra, primeiramente, uma avaliação positiva do conhecimento científico, mas que questiona seu caráter absolutista.

“O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo”.

A frase denota que o conhecimento científico ainda mantém seu caráter empírico, mas não, como na concepção tradicional, para conduzir a teorias verdadeiras ou provar a verdade de certas teorias, mas no sentido popperiano de testes de conjecturas.

“A construção do conhecimento científico requer registros de dados acurados, crítica constante das evidências, das teorias, dos argumentos etc. pelas comunidades de pesquisadores e replicação dos estudos realizados”.

A frase demonstra a preocupação das concepções mais atuais de ciência com a atitude crítica permanente (influência do racionalismo crítico popperiano), assim como com o caráter institucional do fazer ciência (também muito enfatizado por Popper, como foi visto no item 4.2 desta tese).

“Observações são dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas”.

A idéia que está em jogo é a da impossibilidade de observações totalmente neutras ou objetivas, tão caras para a concepção tradicional de ciência, e que encontrava apoio em um empirismo³³, para o qual as teorias seriam constituídas a partir de observações isentas. O questionamento dessas idéias se converteu em importante apoio no desenvolvimento da concepção popperiana de ciência, como se procurou demonstrar no item 4.1 desta tese.

³² Ver a íntegra na página 73 logo acima.

³³ A posição aqui descrita é pertinente a um certo tipo de empirismo, mas não a todas as suas variantes.

Apoiado nos trabalhos de Gil-Pérez e colaboradores (2001), que buscaram pontos de concordância entre os filósofos da ciência, El-Hani (2007, p.299-300) apontou algumas idéias que **deveriam ser evitadas**; entre elas destacamos três:

1-Uma concepção empírico-indutivista e ateorica, na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, independentes de compromissos teóricos, deixando-se de lado o papel de conceitos e hipóteses como orientadoras da investigação. (EL-HANI, 2007, p.299).

Esta orientação complementa a última e a segunda apresentadas acima.

2-Uma visão aproblemática e ahistórica, dogmática e fechada, da ciência, relacionada ao ensino como uma retórica de conclusões, buscando-se transmitir aos alunos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas dos quais eles se originaram, as dificuldades encontradas em sua solução, as possibilidades e limitações do conhecimento científico, etc. (EL-HANI, 2007, p.300).

Esta orientação complementa a primeira e a segunda apresentadas anteriormente.

3- Uma visão individualista e elitista da ciência, na qual o conhecimento é visto como a obra de gênios isolados, perdendo-se de vista a natureza cooperativa do trabalho científico. (EL-HANI, 2007, p.300).

Esta orientação, por sua vez, complementa a terceira que relacionamos logo acima.

O trabalho de Gil-Pérez e colaboradores procurou ainda identificar algumas idéias comuns a perspectivas epistemológicas distintas. Entre os pontos elencados, pode-se destacar dois, que refletem mudanças importantes a respeito da idéia de ciência:

(ii) A rejeição de uma visão empírico-indutivista, aceitando-se a dependência teórica da observação e enfatizando-se o papel das teorias na atividade científica e a natureza não linear do crescimento do conhecimento científico.

(iii) O reconhecimento do papel das hipóteses na prática científica, sendo estas entendidas como tentativas de respostas a problemas formulados cientificamente, que devem ser submetidas a testes rigorosos, mas jamais serão estabelecidas de maneira absoluta. Deve-se compreender, assim, a natureza conjectural do conhecimento, evitando-se concepções epistemológicas absolutistas. (EL-HANI, 2007, p.300-301).

Como se pôde acompanhar nos últimos parágrafos, a imagem da ciência se alterou significativamente ao longo do século XX, e mesmo não havendo consenso total entre os principais filósofos da ciência, alguns pontos de convergência, como se observou acima, podem ser apontados, e são eles que vêm exercendo, e devem

exercer cada vez mais, impacto no Ensino de Ciências. O item seguinte também contribui para que se tenha uma idéia ainda mais precisa de tal impacto.

6 A IMPORTÂNCIA DA CONTRIBUIÇÃO DE POPPER PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Com a intenção de avançar em relação às contribuições da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciência, Alberto Villani apresenta (VILLANI, 2001, p.176-179) algumas questões interessantes para a reflexão dos que trabalham com estes temas. Como a intenção desta tese coincide com esta proposta de Villani - de explorar com mais profundidade algumas questões e analisar as implicações fundamentais de certos debates da Filosofia da Ciência -, serão consideradas algumas das questões por ele apresentadas.

Essas questões serão aqui consideradas não só pela sua relevância, mas também como oportunidade para se entender a importância da contribuição de Popper para o Ensino de Ciências.

6.1 A questão da possibilidade de avaliação objetiva das teorias científicas

Na primeira questão, Villani observa que o debate em Filosofia da Ciência pode ser apresentado como:

[...] um embate entre os que consideram o avanço da ciência, apesar de parcial e provisório, um dado inquestionável, no sentido de que as teorias mais recentes são objetivamente melhores do que as mais antigas (Popper e Lakatos), e os que sustentam que no desenvolvimento da ciência há lugar para escolhas, que, geralmente impedem uma avaliação definitiva (Kuhn e Feyrabend). (VILLANI, 2001, p.176).

A comparação é interessante, mas vale observar que, para Popper e Lakatos, as avaliações das teorias não são definitivas (como o próprio Villani observa ao usar as palavras “parcial” e “provisório”). Mas o contraponto pretendido fica mais claro na questão que vem a seguir: “i) A evidente melhor adequação entre as novas teorias e os correspondentes resultados experimentais é um critério suficiente para concluir que as novas teorias são objetivamente melhores do que as anteriores?”(VILLANI, 2001, p.176). A essa questão, Popper responderia afirmativamente: a melhor adequação de certas teorias aos resultados experimentais constitui-se, na sua visão, no mais importante critério a ser utilizado no momento da escolha entre explicações concorrentes. E seria um critério objetivo o que permitiria uma escolha racional, sendo este ponto, para Popper, de extrema importância, pois, segundo ele, se não tivermos critérios objetivos (ainda que questionáveis posteriormente, ainda que

apoiados em uma “base empírica” convencionalmente aceita como “não problemática” naquele momento histórico), aceitos pela comunidade científica como critérios relevantes para escolha entre teorias em determinado momento histórico, o caráter racional do fazer ciência se perderia, pois as escolhas seguiriam critérios subjetivos e/ou extra-científicos. A discussão sobre este ponto levou Mellado-Jiménez, no quadro apresentado anteriormente (seção 5.2), a colocar Popper entre os autores que respondem afirmativamente à pergunta sobre a possibilidade de avaliar a mudança de teorias e a classificar Kuhn como relativista. Essas conseqüências serão enfocadas com mais detalhe na seção 6.3.3.

Em seguida, a pergunta que Villani propõe é a seguinte: “ii) O sucesso e a primazia evidente dos modelos científicos na cultura geral da sociedade de nosso século são suficientes para torná-los conhecimentos preferenciais?” (VILLANI, 2001, p.177). Se o entendimento da palavra “preferencial” se der no sentido apresentado por Villani (“[...] capaz de garantir mecanismos eficientes de contínuo aperfeiçoamento objetivo [...]”), a resposta de Popper seria novamente afirmativa, pois, segundo ele, a existência de critérios objetivos de escolha (na verdade convencionalmente acertados no interior da comunidade científica) abriria espaço para um debate racional, permitindo para o conhecimento científico características de maior segurança e aperfeiçoamento que seriam típicas, sem que isso signifique menosprezo por outras formas de conhecimento.

6.2 A possibilidade de avaliação objetiva no Ensino de Ciências

Quando Villani faz um paralelo entre as posições de Kuhn e Feyerabend a respeito do que acontece na passagem entre a teoria velha e a nova (perdas cognitivas) e o que ocorreria no Ensino de Ciências, teríamos, segundo ele, uma situação em que seria sempre possível aos alunos defender e valorizar as culturas que trazem para a escola. Neste sentido, pergunta: “A escola deveria sempre fomentar que os valores culturais alternativos fossem desenvolvidos e fosse promovida uma adaptação entre eles e os que sustentam a ciência?” (VILLANI, 2001, p.177). A posição de Popper aqui dependeria do que se entende por “adaptação”. Como alguns autores notaram (entre eles, Mellado-Jiménez e o próprio Villani), o posicionamento de Popper em relação ao tema da mudança conceitual, se tentarmos uma analogia, estaria mais próximo das estratégias didáticas de conflito

cognitivo, pois se estaria buscando a prevalência de um conceito, supostamente mais adequado dentro de um quadro comparativo, sendo assim, se buscaria o entendimento, por parte do aluno, das conceituações vigentes.

Não está no escopo desta tese um estudo detalhado do tema da mudança conceitual, o que, por si só, já exigiria um trabalho independente e de envergadura. No entanto, pode-se atentar para alguns pontos relevantes, já que o interesse aqui recai sobre as possíveis repercussões da Filosofia da Ciência de Popper no Ensino de Ciências.

Ao avaliarem o tema dos conflitos cognitivos, Bastos e colaboradores (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001) observam que recentemente surgiram argumentos que questionaram a ênfase no conflito cognitivo, afirmando que eles seriam desnecessários ou que teriam conseqüências negativas para a aprendizagem.

Citando Mortimer, os autores recuperam o argumento, que se apóia na idéia de perfil conceitual, que afirma que os alunos não abandonam necessariamente suas concepções alternativas quando conhecem as concepções científicas. As duas concepções poderiam coexistir na mente do indivíduo, não havendo necessariamente oposição ou conflito cognitivo para que a pessoa pudesse aprender. Em seguida, os autores citam Gil-Pérez e colaboradores³⁴, que observaram que a estratégia de se provocar conflitos cognitivos reiteradamente poderia levar a um desgaste e inibição dos alunos. Os autores relembram ainda outros argumentos de Mortimer, como o que enfatiza a dificuldade dos alunos em reconhecer e vivenciar conflitos, sendo, portanto, um equívoco esperar dos alunos um comportamento similar ao dos cientistas, ou aquele que afirma que a estratégia de conflito cognitivo poderia levar o aluno a perder sua autoconfiança.

Tendo em conta esses argumentos, os autores questionam se a idéia de conflito cognitivo deveria ser banida das discussões sobre ensino de ciências.

Os autores observam que seria importante para o aluno perceber suas próprias idéias e a dos outros como hipóteses de trabalho, e entender que o crescimento pessoal e intelectual depende de não estarmos fechados em nossas concepções. Enfatizam também que seria um absurdo se imaginar que as concepções dos alunos devam ser protegidas de todo e qualquer questionamento. Apoiados nas reflexões de Gil-Pérez, observam a adequação da mudança de foco

³⁴ GIL PÉREZ, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n.2, p.311-320, 1999b.

da questão da promoção de conflitos cognitivos e mudanças conceituais para a resolução de problemas colocados. Dessa forma, ao mesmo tempo em que se reconhece a possibilidade de haver conflito e mudança conceitual, a excessiva ênfase que recaía sobre ela é retirada, dirigindo-se o foco para a abordagem de situações problemáticas de interesse dos alunos.

Os autores observam a importância da presença de situações problemáticas, que podem aparecer para os alunos de forma atraente, sendo de muita importância no processo de aprendizagem:

[...] embora estratégias voltadas para criar conflito cognitivo sejam muitas vezes desnecessárias ou inadequadas, é preciso haver espaço, nos debates e demais atividades realizados em aula, para que as compreensões ou interpretações equivocadas sejam explicitadas, discutidas e retificadas. Isso tudo nos leva a afirmar que *os problemas e questionamentos têm uma importância crucial para o processo de construção de conhecimento na escola.*" (BASTOS; NARDI, DINIZ, 2001, p.11-12)

Como os autores observam, essas considerações ratificam as abordagens construtivistas. Atentos aos últimos desdobramentos do debate sobre mudança conceitual, assimilam as críticas que foram apresentadas às versões tradicionais da mudança conceitual, mas procuram enfatizar que, independentemente de haver ou não mudanças conceituais, a aprendizagem de conteúdos de ciência exigiria a construção e reconstrução de conhecimentos. Segundo eles, "[...] uma das tarefas importantes a serem desempenhadas pelo professor é mostrar aos alunos as razões pelas quais os cientistas acreditam que determinados conhecimentos científicos fazem sentido e devem ser considerados válidos". (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.12).

O que está em jogo, segundo os autores, é se os alunos estão ou não compreendendo adequadamente os conteúdos científicos que estão sendo ensinados. Este processo de compreensão poderia se dar de maneiras variadas: através da formação de perfis conceituais, pela construção de conhecimentos sem *status* de concepção, como resultado inicial ou final de um processo de mudança conceitual; o fundamental, todavia, seja qual for o processo, seria saber se aquilo que é tido, pela comunidade científica, como os conhecimentos científicos mais adequados naquele momento, estão sendo compreendidos adequadamente. De acordo com os autores, "Isso faz com que os questionamentos e desafios assumam uma importância central dentro do processo de aprendizagem (o aluno dificilmente

será capaz de aperfeiçoar seus conhecimentos se não puder *questioná-los ou desafiá-los*". (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.12-13).

Dessa forma, quando se considera que há um conhecimento científico estabelecido (que não deve ser tomado como verdade absoluta, que tem caráter provisório, mas que é tomado pela comunidade científica como o que há de mais satisfatório em termos explicativos naquele momento), e que as escolas existem para cumprirem funções sociais específicas (transmissão, mas também questionamento do conhecimento científico e de suas relações com a sociedade), a questão que se coloca é: está havendo uma compreensão adequada, por parte dos alunos, disto que é tido pela comunidade científica como o que deve ser aprendido neste momento?

Portanto, os questionamentos e problematizações são vitais neste processo de auxiliar os alunos a compreender os conteúdos científicos, que podem sim, ser questionados, criticados, mas que para isso precisam ser primeiramente compreendidos adequadamente.

6.3 A ciência e o Ensino de Ciências: um paralelo

6.3.1 O ponto forte da contribuição de alguns interlocutores de Popper: a complexidade do processo de fazer ciência

Um dos questionamentos mais importantes que foram apresentados em relação à Filosofia da Ciência de Karl Popper diz respeito à questão da mudança teórica, ou seja, quais seriam os fatores que conduziriam ao abandono de uma teoria e à adoção de uma outra.

Em relação a este tema, os posicionamentos de Kuhn (1996) e os questionamentos apresentados por ele às posições de Popper (KUHN,1979), foram fundamentais no desenvolvimento do debate, que teve também a participação mais destacada, dentre outros, de Imre Lakatos (1983, 1979), que procurou desenvolver as idéias popperianas à luz das objeções de seus críticos, e de Paul Feyerabend (1979), com a apresentação de uma visão de ciência bastante diferente daquela apresentada por Popper. Como a polarização mais importante ocorreu com o pensamento de Kuhn, serão destacados alguns aspectos deste debate, com a finalidade de se compreender melhor os pontos fortes das críticas das concepções popperianas.

Em relação à questão da mudança teórica, a principal crítica de Kuhn diz respeito aos testes, ou experimentos cruciais, que Popper considerava como fundamentais no processo de avaliação das teorias científicas. De acordo com Popper³⁵, a ciência continua tendo nos experimentos algo fundamental, mas não, como na concepção positivista, para confirmar as teorias como verdadeiras, mas sim para testá-las com o objetivo de comprovar sua qualidade. O número de testes pelo qual uma teoria passou não seria garantia de sua veracidade, as teorias estariam sempre sujeitas à refutação. No entanto, um teste decisivo, um experimento crucial poderia conduzir ao abandono da teoria.

O ponto forte da contribuição de Kuhn diz respeito, portanto, ao questionamento da maneira como Popper descreveu o fazer ciência, em especial o papel atribuído ao potencial refutador dos experimentos. Segundo Kuhn, os cientistas não abandonam suas teorias em razão de um experimento potencialmente refutador; isto seria muito pouco para fazê-los desistir de idéias que prezam muito, que desenvolveram durante muito tempo, se habituando a elas. Muitas vezes, o que está em jogo são financiamentos de pesquisas, grupos e estruturas grandes, a própria trajetória intelectual do pesquisador ou até cargos importantes. Quando um caso potencialmente refutador se apresenta, o cientista teria à mão várias alternativas para preservar as idéias que lhe são tão caras, sendo que isto pode ocorrer não de maneira refletida e calculada, mas como uma espécie de instinto de sobrevivência, muitas vezes inconsciente.

Os exemplos pesquisados por Kuhn na história das ciências e os argumentos por ele utilizados abriram espaço para uma série de pesquisas e debates que levaram a um questionamento da visão de ciência apresentada originalmente por Popper. Ao longo desses debates³⁶, houve um questionamento do falseacionismo como uma regra que seria usada com freqüência pelos cientistas, ao mesmo tempo que se desenvolvia uma percepção mais adequada dos vários fatores que estariam presentes e influenciando no processo de mudança teórica. Muitos desses fatores foram denominados de extra-científicos.

Em relação ao questionamento do falseacionismo a partir de um ponto de vista intra-científico, Kuhn e Lakatos (LAKATOS,1979) acabam confluindo para um posicionamento em que se entende que a mudança teórica, quando ocorre, é em

³⁵ A esse respeito, ver com maiores detalhes a seção 3.2.

³⁶ Ver, por exemplo, o quarto volume das atas do Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965 (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979).

razão de um certo esgotamento do *programa de pesquisa*³⁷ vigente. Lakatos fala em programas de pesquisa regressivo ou mudanças degenerativas de problemas, para caracterizar situações em que não há um real aumento de conteúdo:

Se apresentarmos uma teoria para resolver uma contradição entre uma teoria anterior e um exemplo contrário de tal maneira que a nova teoria, em lugar de oferecer uma *explicação* (científica) que aumente o conteúdo, só ofereça uma *reinterpretação* (lingüística) que diminui o conteúdo, a contradição se resolverá de modo meramente semântico, não-científico.(LAKATOS, 1979).

O falseacionismo sofisticado defendido por Lakatos (segundo ele, já embrionário em Popper) propõe a avaliação de séries de teorias que se constituiriam em programas de pesquisa. Seriam esses programas de pesquisa que poderiam ser mais adequadamente avaliados e considerados *progressivos*, ou seja, promissores quanto ao seu potencial de apresentação e solução de problemas novos; ou *degenerativos*, que enfrentariam as dificuldades sem apresentação de novos conteúdos ou descobertas. A esse respeito, Lakatos afirma:

O exemplo clássico de programa de pesquisa bem-sucedido é a teoria gravitacional de Newton; talvez seja até o mais bem-sucedido programa de pesquisa já levado a cabo. Quando foi produzido pela primeira vez, viu-se submerso num oceano de “anomalias” (ou, se quiserem, de “contra-exemplos”), e enfrentou a oposição das teorias observacionais que sustentavam tais anomalias. Os newtonianos, contudo, transformaram, com tenacidade e engenho brilhantes, um contra-exemplo depois do outro em exemplos corroborativos, principalmente derrubando as teorias observacionais originais à cuja luz essa “evidência contrária” foi estabelecida. No processo, eles mesmos produziram novos contra-exemplos, que novamente resolviam. “Converteram cada nova dificuldade numa nova vitória do seu programa”³⁸. (LAKATOS, 1979, p.163).

Já Thomas Kuhn, quando se consideram os fatores intra-científicos que atuam no processo de substituição de uma teoria científica por outra, utiliza o conceito de “tradição de solução de enigmas”, que guarda semelhanças com o conceito lakatosiano de “programa de pesquisa”, pois ambos chamam a atenção sobre a importância dos problemas na pesquisa científica, sendo o aparecimento deles e a busca de respostas o fio condutor principal de toda a atividade realizada na ciência. Neste ponto, Lakatos e Kuhn se aproximam, adotando um ponto de vista em que as teorias são avaliadas ao longo de todo o processo, não havendo, portanto, experimentos cruciais que pudessem, isoladamente, refutar uma teoria. Ao invés disso, as teorias seriam avaliadas pela sua capacidade de gerar problemas novos e aumentar o seu conteúdo, o que conduziria, inevitavelmente, a uma

³⁷ Expressão cunhada por Lakatos.

³⁸ Laplace, *Exposition du Système du Monde*, 1796, livro IV, capítulo ii (NOTA DO AUTOR)

avaliação de longo prazo, ou seja, os programas de pesquisa e paradigmas só seriam passíveis de avaliação e substituição em razão do confronto com outros programas de pesquisa e paradigmas alternativos, e essa confrontação e a decisão que dela decorreria só seria possível num espaço de tempo que oferecesse, a essas tradições de pesquisa, a oportunidade de demonstrarem o seu potencial.

Os pontos de semelhança com o posicionamento de Lakatos ficam mais evidentes ao se comparar os dois trechos anteriores deste autor com a passagem em que Kuhn compara a astrologia com a astronomia:

Comparem-se as situações do astrônomo e do astrólogo. Se a predição de um astrônomo falhasse e seus cálculos conferissem, ele poderia esperar corrigir a situação. Os dados podiam estar errados: velhas observações podiam ser reexaminadas e novas mensurações feitas, tarefas que criavam uma quantidade de quebra-cabeças de cálculo e instrumentação. Ou talvez a teoria necessitasse de ajustamento, quer pela manipulação de epiciclos, excêntricos, equantes, etc., quer por reformas mais fundamentais de técnica astronômica. Por mais de um milênio tais foram os enigmas teóricos e matemáticos em torno dos quais, juntamente com suas contrapartidas instrumentais, se constituiu a tradição da pesquisa astronômica. O astrólogo, em compensação, não tinha esses quebra-cabeças [...] Embora a astronomia e a astrologia fossem quase sempre praticadas pelas mesmas pessoas, incluindo Ptolomeu, Kleper e Tycho Brahe, nunca existiu um equivalente astrológico da tradição astronômica de solução de charadas. E sem charadas, que pudessem primeiro desafiar e depois atestar o engenho do profissional, a astrologia não poderia ter-se tornado ciência, ainda que as estrelas controlassem, de fato, o destino humano. (KUHN, 1979, p.15-16).

Pode-se sintetizar que o debate que ocorreu após a publicação da obra *A lógica da pesquisa científica*, de Popper, resultou, principalmente pela colaboração de Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Toulmin e Laudan, na percepção de que o que se conhece como ciência é algo complexo e rico, resultado da ação extremamente variada de inúmeros cientistas, que concebem suas explicações utilizando um processo criativo pessoal (e não exclusivamente por observação paciente, detalhada e objetiva como supunham os positivistas) e que se comportam em relação às suas criações (quando elas são lançadas na arena do debate da comunidade científica) de uma maneira também bastante variada, e não necessariamente como Popper propugnava.

Tudo isso representou um avanço em relação à compreensão do que tem sido o fazer ciência, e tem sido algo que tem escapado a determinações muito rígidas, a métodos muito restritivos, a prescrições limitadoras. No entanto, pode-se perguntar se restou algo que pudesse dar alguma identidade ao processo, ou seja, o fazer ciência suporia determinadas condições ou atitudes? Ou seria algo tão diversificado e livre que diluiria seus limites em outras formas de se tentar entender a

realidade? Essas questões serão abordadas, com mais detalhe, logo mais na seção 6.3.3; antes disso, no entanto, seria interessante se traçar um paralelo entre o que foi exposto acima a respeito de como se tem feito ciência e como se tem ensinado ciência. O Ensino de Ciências tem sido algo homogêneo, que segue padrões determinados e consensuais? Ainda mais, no contato com os conteúdos de Ciências, os alunos reagem e desenvolvem processos semelhantes?

6.3.2 O ponto forte dos críticos das abordagens de mudança conceitual: a complexidade do processo de aprender Ciências

Os debates sobre o tema da mudança conceitual começaram na década de 1970 e representaram uma continuidade no processo de aprofundamento das concepções construtivistas. A ênfase do construtivismo no aspecto de que o conhecimento dos alunos passaria por um processo de construção, ou seja, seria algo que se daria ao longo do tempo - e não automaticamente ou por memorização passiva, no ato da apresentação de novos conhecimentos - conduziu às reflexões sobre como isto de fato aconteceria. A partir de então, abriu-se todo um leque de investigações que tinha por objetivo principal entender esse processo de construção do conhecimento pelo aluno, não somente a partir da interação de elementos internos e externos à sua mente (seus conhecimentos e o ambiente a ser conhecido), mas também a partir das inter-relações entre os conhecimentos que ele já possuía com aqueles que deveriam ser “transmitidos” em sala de aula.

Com base no trabalho de Osborne & Wittrock, Bastos e colaboradores sintetizam algumas das questões que impulsionavam as pesquisas sobre o tema da mudança conceitual:

Pesquisas realizadas na década de 1970 mostraram que (a) as crianças possuem concepções “sobre uma variedade de tópicos em ciência, desde uma idade precoce e antes da aprendizagem formal da ciência”; (b) as concepções das crianças “são freqüentemente diferentes das concepções dos cientistas”; e (c) as concepções das crianças “podem não ser influenciadas pelo ensino de ciências, ou ser influenciadas de maneira imprevista”. Além disso, dados obtidos em diferentes países e por meio de diferentes “metodologias de investigação” foram similares, o que reforçou ainda mais o fenômeno da existência, entre crianças e jovens, de concepções que eram em maior ou menor grau contraditórias com os conhecimentos científicos vigentes. (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.1)

Os autores observam que esses resultados evidenciavam que as escolas estavam falhando em “transmitir” às crianças as concepções científicas que, institucionalmente, se esperava que transmitissem com sucesso. Além disso, se

percebeu que os alunos, por si mesmos, construíam uma série de idéias e explicações, baseados em suas experiências pessoais e informações recebidas fora do ambiente escolar, principalmente através da mídia. Percebeu-se, também, que essas concepções tinham certa resistência a mudanças e podiam constituir obstáculos ao aprendizado escolar. Foram denominadas “concepções, conceitos ou idéias alternativos, ingênuos, intuitivos, espontâneos ou de senso comum”. (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.1).

Ao longo da década de 1980, as investigações se concentraram em descobrir como essas concepções alternativas poderiam ser mudadas ou eliminadas, abrindo espaço para as concepções aceitas pela comunidade científica como as mais adequadas naquele momento histórico, e que seriam, por conseqüência, as que deveriam ser ensinadas em sala de aula. A esse respeito observa Nussbaum:

O conceito de aprendizado e a mudança conceitual se encontram no centro do aprendizado da ciência, uma vez que os conceitos fornecem o elemento de organização e os princípios diretivos para todas as lições, assim como para todos os trabalhos de laboratório ou de campo. Desta forma, é muito significativo para a pesquisa da educação em ciências chegar a um entendimento profundo da dinâmica da mudança conceitual na sala de aula, caminhando das pré-concepções ingênuas para as desejadas concepções “científicas”. Depois de vencer este desafio, esperamos ser capazes de planejar estratégias de ensino apropriadas para promover a mudança conceitual pretendida. (NUSSBAUM, 1989, p. 530).

Desde então, os debates sobre mudança conceitual, principalmente em razão da abordagem de autores como Posner (1982), Nussbaum (1989), Strike (1992), incluíram uma abordagem que buscou um paralelo entre a mudança conceitual em sala de aula e a mudança de teorias (ou paradigmas, ou programas de pesquisa) no âmbito científico. Esse caminho, apesar de a mudança conceitual em sala de aula e a mudança dos paradigmas científicos possuírem suas especificidades, se mostrou produtivo e deu origem a uma série de contribuições, algumas das quais foram relacionadas nos itens 5.2 e 5.3 desta tese.

Em um trabalho que se tornou referência para o tema da mudança conceitual, Posner (1982) buscou inspiração nas idéias de Lakatos e Kuhn para defender a proposta de *conflitos cognitivos*. De acordo com Posner, Lakatos e Kuhn teriam definido as condições em que as mudanças teóricas ocorreriam na ciência. No que Posner denomina de primeira fase da mudança conceitual em ciência, as concepções centrais que os cientistas utilizam estariam organizadas em *programas de pesquisas* (Lakatos) ou *paradigmas* (Kuhn). Em seguida, afirma:

A segunda fase da mudança conceitual ocorre quando essas concepções centrais requerem modificação. Aqui o cientista fica cara a cara com um

desafio às suas suposições básicas. Se a pesquisa prosseguir, o cientista deve adquirir novas concepções e uma nova forma de ver o mundo. Kuhn denomina este tipo de mudança conceitual de “revolução científica”. Para Lakatos isto é uma mudança de programas de pesquisa. (POSNER, 1982, p.212).

Segundo Posner, teríamos exemplos análogos de mudança conceitual na aprendizagem. O conceito de *assimilação* é utilizado para descrever a situação em que os estudantes usam conceitos correntes para tratar um novo fenômeno. Mas, como as concepções dos estudantes, com freqüência, são inadequadas para permitir um entendimento adequado do novo fenômeno, eles precisam substituir ou reorganizar seus conceitos centrais. Posner utilizou o conceito de *acomodação* para descrever essa segunda forma mais radical de mudança conceitual.

O ponto de maior interesse para o desenvolvimento deste item se refere ao papel que Posner, baseado em suas pesquisas, considerou o mais adequado para o professor de ciências. Segundo ele, o professor não deveria se limitar ao papel de esclarecedor de idéias e apresentador de novas informações, mas deveria assumir dois papéis adicionais: (1) O de adversário, no sentido de tutor Socrático “Neste papel, o professor confronta os estudantes com o problema surgido a partir de suas tentativas para assimilar novas concepções” (POSNER, 1982, p.227). O autor esclarece a necessidade de se entender o confronto de um ponto de vista impessoal, porquanto são *concepções* que estariam sendo comparadas. (2) O de modelo de pensamento científico, que incluiria “[...] uma implacável busca por consistência entre as idéias e entre teoria e evidência empírica, um ceticismo em relação ao uso excessivo de idéias *ad hoc* nas teorias e uma postura crítica em relação ao que seriam ajustes razoáveis nas discrepâncias entre teoria e resultados” (POSNER, 1982, p. 227).

A abordagem de Posner, que tinha como conseqüência a proposta de *conflito cognitivo* para levar à desejada acomodação (reorganização ou substituição de concepções inadequadas dos estudantes), conseguiu influenciar de forma marcante os debates posteriores, e acabou conduzindo, posteriormente, a um processo de questionamento da validade pedagógica dos *conflitos cognitivos*.

Como a concepção de *conflito cognitivo* estava muito associada à abordagem de *mudança conceitual*, esta última passou, nos últimos anos, a ser questionada. Ao mesmo tempo, as propostas construtivistas, que davam o suporte pedagógico para as abordagens de *mudança conceitual*, passaram também a receber críticas. Em artigo já citado, que aponta para questões de grande relevância, Bastos e

colaboradores (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001) procuram entender o impacto dessas críticas para a visão construtivista. Ao indagarem se esses questionamentos teriam atingido os princípios básicos da visão construtivista declaram:

Acreditamos que não, por uma série de razões: (a) a idéia de que os conhecimentos (cotidianos, científicos, filosóficos etc.) representam construções, produções ou elaborações da mente humana (e não cópias da realidade) está firmemente estabelecida em filosofia e psicologia, e *não tem como consequência necessária um ensino por mudança conceitual*, o que significa que, a rigor, o questionamento do ensino por mudança conceitual não pode causar danos a uma visão construtivista do processo de produção de conhecimentos na ciência ou do processo de aprendizagem no indivíduo; (b) os argumentos empregados nas discussões voltadas para a análise crítica do ensino por mudança conceitual nem sempre são os mais adequados, conforme procuraremos mostrar a seguir. (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.5).

Os autores entendem que as críticas em questão diriam respeito, mais diretamente, às propostas de *conflito cognitivo* e *mudança conceitual*. No caso de Mortimer (2000), a crítica seria que as estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual seriam pouco efetivas, pois os indivíduos **não abandonariam** suas concepções anteriores para construir concepções novas. Ao invés disso, eles continuariam utilizando suas concepções alternativas em situações específicas, formando um *perfil conceitual*, no qual estariam reunidas, simultaneamente, versões distintas para um mesmo conceito.

Em relação a Solomon³⁹, os autores observam a defesa da coexistência, na mente dos indivíduos, de sistemas de conhecimento com epistemologias diferentes (como o saber cotidiano e a ciência). A tentativa, por parte do professor, de produzir mudanças conceituais, seria encarada como posição de força para a submissão a novas formas de pensamento e novos conceitos.

Os autores observam ainda as críticas de Cachapuz⁴⁰ ao ensino por mudança conceitual, por desvalorizar temas como o das finalidades educacionais e recordam também dos argumentos de Mortimer (2000) e Gil-Pérez e colaboradores⁴¹, de que o ensino por mudança conceitual teria desconsiderado os aspectos afetivos da aprendizagem, recorrendo a estratégias de conflito cognitivo que gerariam insegurança, inibição e rejeição entre os alunos.

Todo o debate dos últimos anos envolvendo o tema da *mudança conceitual* contribuiu para se compreender, com mais profundidade e detalhes, o que ocorre

³⁹ SOLOMON, J. The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, v.23, p.1-19. 1994.

⁴⁰ CACHAPUZ, A. F. (Org.). *Perspectivas de ensino*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2000.

⁴¹ GIL PÉREZ, D. et al. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, v.17, n.3, p.503-12, 1999a.

com os indivíduos durante o processo de aprendizagem. As críticas acabaram chamando a atenção sobre alguns aspectos importantes, como os relacionados acima, e o reconhecimento dessas contribuições, como o texto de Bastos e colaboradores mostra (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001), pôde colocar o debate em outro patamar. De fato, eles reconhecem a importância dos argumentos dos críticos da proposta de *mudança conceitual*, mas ao mesmo tempo procuram identificar os pontos importantes da proposta que indicariam problemas relevantes a serem explorados:

Note-se porém que a possibilidade da coexistência de saberes discrepantes na mente dos indivíduos não deve servir como argumento para negar o *fato evidente de que as pessoas, ao longo da vida, podem mudar radicalmente suas idéias, valores e atitudes*. Em outras palavras, tanto a formação de perfis *como também as mudanças de natureza conceitual* são processos passíveis de ocorrer na mente de um indivíduo. Parece pouco plausível que as pessoas, ao aprender, apenas incorporem novas informações e idéias, formando perfis, sem que isso tenha qualquer impacto no restante de seu conteúdo mental (conhecimentos, concepções, valores, crenças etc.). (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.7).

Os autores indicam a possibilidade de ocorrência tanto de casos de *mudança conceitual* e de formação de *perfil conceitual*, como de outros processos, como o de construção e modificação de conhecimentos que não possuem o *status* de concepção (que não fariam parte dos saberes que o indivíduo toma como válidos). No entanto, após esse reconhecimento do processo de aprendizagem como algo muito mais rico e complexo do que se supunha no início das abordagens de *mudança conceitual*, os autores apresentam uma questão que leva a refletir sobre essa tradição: “a noção de conflito cognitivo deve ser banida das discussões sobre ensino de ciências?” (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.10).

Os autores reconhecem que a questão é controversa, mas observam que a educação científica não poderia abrir mão dos problemas e questionamentos. Apoiados em Gil Pérez, argumentam que não se trata de eliminar os conflitos cognitivos, mas de mudar o foco, fazendo os alunos enxergarem suas idéias e as dos outros como hipóteses de trabalho. A esse respeito, afirmam:

Além disso, é particularmente importante colocar para os alunos que nosso crescimento pessoal e intelectual pode ser severamente obstaculizado se nos fecharmos em nossas concepções e nos negarmos a considerar a validade de outras possíveis alternativas da realidade (a falta de humildade intelectual torna-se então uma atitude nociva para o indivíduo). (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.10).

Ou seja, sempre estará aberta a possibilidade de comparações, e seria ingênuo, como os autores observam, supor que as concepções dos alunos devam

ser protegidas de questionamentos, “permanecendo intocadas pelo ensino escolar”. No entanto, o foco passa a ser a resolução de problemas, ou seja, desloca-se o interesse de uma ênfase excessiva no *conflito cognitivo* e na *mudança conceitual*, para a apresentação de situações problemáticas de interesse dos alunos. Os problemas passam a estar no centro das atenções e as hipóteses que procuram explicá-los inevitavelmente acabam sendo comparadas.

Após destacar vários aspectos sobre a importância dos problemas e questionamentos na educação científica, inclusive lembrando que as situações problemáticas ou desafiadoras em geral são atraentes para os alunos, os autores concluem que “[...] os problemas e questionamentos têm uma importância crucial para o processo de construção de conhecimentos na escola”. (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.12).

Ao voltar a atenção para o entendimento adequado dos conteúdos ensinados, os autores observam que **a compreensão** poderia se dar em função de um processo de mudança conceitual, ou pela formação de perfis conceituais, ou ainda pela construção de conhecimentos sem *status* de concepção, ou seja, a forma como a compreensão se dá poderia ser variada, mas o fundamental seria saber se, o que foi assimilado, o foi de acordo com o que a escola esperava:

Em qualquer uma dessas situações, porém, os significados que forem sendo construídos precisarão ser continuamente aperfeiçoados (checados e retificados) para que se tornem coerentes com os conhecimentos científicos atuais. Isso faz com que os questionamentos e desafios assumam uma importância dentro do processo de aprendizagem (o aluno dificilmente será capaz de aperfeiçoar seus conhecimentos se não puder questioná-los ou desafiá-los). (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.12-13).

As contribuições dos críticos das abordagens de mudança conceitual, fundamentais para se entender mais adequadamente os vários processos envolvidos na aprendizagem, conduziram o debate para o seguinte problema: se, de fato, os alunos mantêm concepções alternativas, durante, e mesmo depois de finalizado o processo de aprendizagem de um conteúdo específico, **como o professor deve se comportar frente a isso?**

Em outras palavras: existe um conteúdo - um conjunto de conceitos, idéias e teorias - que é apresentado, no mínimo, como o melhor conhecimento disponível naquele momento da história [supondo-se a vigência de uma visão de ciência mais atualizada, apoiada na contribuição dos principais filósofos da ciência do século XX]. Este conteúdo, em razão da credibilidade alcançada no meio científico, acaba,

depois de certo tempo, se incorporando ao conjunto de conhecimentos que a sociedade avalia como importantes para serem transmitidos pela escola.

Existe, portanto, uma expectativa institucional (da escola) e da sociedade (ou da parcela da sociedade que se ocupa desses assuntos) de que certos conteúdos devem ser não só “transmitidos”, mas que se compreenda por que possuem aquele *status*, ou seja, existe a expectativa de que os alunos compreendam por que aquelas teorias, idéias e conceitos adquiriram credibilidade tal que as autorizaram a ser ensinadas nas escolas. Dito de uma forma mais direta: por que os alunos deveriam aprender os conteúdos ensinados se já possuem versões próprias?

Essas questões ajudam a compreender os argumentos que enfatizam a importância dos problemas para o ensino de ciências. Quando um problema é apresentado, ele pode dar origem a vários tipos de explicações. Não seria importante para o aluno avaliar essas idéias? Mesmo que o aluno não compreenda adequadamente, em um primeiro momento, todos os detalhes e o alcance da teoria que está sendo ensinada, mesmo que continue utilizando suas concepções em outros contextos, não seria interessante que percebesse as diferenças e entendesse por que a comunidade científica avalia aquela forma de explicação como a melhor naquele momento? A ausência de comparações, ou a falta de atenção para os pontos de diferença ou divergência entre as explicações não conduziria a uma situação de acomodação? As explicações, cada uma aplicada ao seu contexto, se equivalem? Essas questões, como se procurará demonstrar no item 6.3.4, podem ser debatidas e aprofundadas, de forma interessante, pela teoria popperiana. Antes, no entanto, como forma de contraponto ao item 6.3.1 (que abordou os pontos fortes da contribuição de alguns críticos de Popper), será necessário esclarecer os pontos fortes da contribuição de Popper para a discussão do que é a ciência.

6.3.3 O ponto forte da contribuição de Popper: a preocupação com o caráter racional e o papel institucional da ciência

Como se observou no item 6.3.1, os interlocutores de Popper, notadamente Kuhn e Lakatos, contribuíram de forma decisiva para a compreensão de como a ciência tem sido feita. A contribuição de Popper a respeito deste tema foi inegavelmente enriquecida pelo debate que se seguiu à sua exposição.

A sensação que muitos tiveram, principalmente em razão do debate com Kuhn, foi a de que a interpretação popperiana sobre o fazer ciência poderia ser

definitivamente sepultada. A apresentação convincente, por parte de Kuhn, dos fatores extra-científicos que poderiam interferir no processo (como financiamento de pesquisas e preferências de publicação), somados a uma interpretação correta da postura da maioria dos cientistas em relação às suas teorias (dificuldade de assimilar contra-exemplos e, por vezes, defesa intransigente), demonstrou que, na atividade científica, estavam presentes posturas que transgrediam a racionalidade identificada por Popper.

No entanto, um ponto de relevância foi freqüentemente negligenciado: a ciência é um projeto humano, seus fundamentos, métodos, procedimentos, técnicas, temas, problemas, hipóteses, testes, são criados por nós, seres humanos. Não se trata de algo natural, inalcançável pela capacidade humana de transformação e direcionamento. Em razão da inexistência de regras rígidas e da diversidade humana, o fazer ciência se constituiu, como o debate da Filosofia da Ciência nas últimas décadas demonstrou, em algo muito rico e variado. No entanto, ao observar-se isso, apresenta-se a pergunta: existe algo de comum, uma identidade, neste variado processo de fazer ciência? Ou ainda: o que deveria ser buscado, ou preservado, para que a ciência possa continuar a atender às expectativas da sociedade? É exatamente em relação a este tipo de questionamento que as idéias de Popper mostram sua relevância.

A valorização do caráter racional da ciência, por parte de Popper, tem relação não só com o que o autor deseja para a ciência, mas também com o que pretende para a sociedade. Podemos entender a proposta popperiana mais como um projeto que busca preservar, para a ciência e para a sociedade, características avaliadas por ele como essenciais e de longa tradição na história humana. A esse respeito, afirma:

Um dos ingredientes mais importantes da civilização ocidental é o que poderia chamar de “tradição racionalista”, que herdamos dos gregos: a tradição do livre debate – não a discussão por si mesma, mas na busca da verdade. A ciência e a filosofia helênicas foram produtos dessa tradição, do esforço para compreender o mundo em que vivemos; e a tradição estabelecida por Galileu correspondeu ao seu renascimento. Dentro dessa tradição racionalista, a ciência é estimada, reconhecidamente, pelas suas realizações práticas, mais ainda, porém, pelo conteúdo informativo e a capacidade de livrar nossas mentes de velhas crenças e preconceitos, velhas certezas, oferecendo-nos em seu lugar novas conjecturas e hipóteses ousadas. A ciência é valorizada pela influência liberalizadora que exerce – uma das forças mais poderosas que contribuiu para a liberdade humana. (POPPER, 1972, p.129).

A principal característica que Popper procura destacar na ciência seria, portanto, seu caráter racional. E na concepção popperiana, haveria uma ligação

entre essa racionalidade desejada e outras duas características importantes da ciência: a busca da verdade e a expansão do conhecimento. No texto denominado “Verdade, Racionalidade e a Expansão do Conhecimento Científico”, Popper sustenta:

O progresso contínuo é uma parte essencial do caráter racional e empírico do conhecimento científico; se deixa de progredir, a ciência perde seu caráter. É esse crescimento que a torna racional e empírica: o modo como os cientistas discriminam entre as teorias disponíveis, escolhendo as melhores ou, se falta uma teoria satisfatória, a forma como justificam a rejeição de todas as teorias propostas, sugerindo assim algumas das condições que uma teoria satisfatória deveria apresentar. (POPPER, 1972, p.241).

O autor esclarece, na seqüência, que não acredita em uma lei histórica do progresso, ou seja, esse progresso do conhecimento científico não seria algo pré-determinado, uma necessidade histórica; mas sim algo que tem ocorrido em razão da atitude intelectual das pessoas envolvidas no processo. A respeito desta postura diz:

Mas a ciência é uma das poucas atividades humanas – talvez a única - em que os erros são criticados sistematicamente (e com frequência corrigidos). Por isso podemos dizer que, no campo da ciência, aprendemos muitas vezes com nossos erros; por isso podemos falar com clareza e sensatez sobre o *progresso científico*. Na maior parte dos outros campos de atividade do homem, ocorrem mudanças, mas raramente há progresso – a não ser dentro de uma perspectiva muito estreita dos nossos objetivos neste mundo. Quase todos os ganhos são neutralizados por alguma perda – e quase nunca sabemos como avaliar as mudanças. (POPPER, 1972, p.242).

Portanto, a racionalidade da ciência, na concepção popperiana, está ligada à possibilidade de discussão crítica das opções de explicação, que se complementaria com a atitude de revisão ou mudança de teoria, que deve ocorrer para se preservar o caráter racional do empreendimento científico, tendo como base critérios definidos que possam garantir uma comparação e uma escolha.

Sem critérios pré-definidos, não haveria possibilidade de debate e escolha racional. As escolhas sobre as teorias em competição se dariam com base em preferências subjetivas ou fatores externos à ciência. No entanto, Popper afirma existir um critério importante que possibilitaria uma escolha racional, permitindo, assim, se falar em progresso. A esse respeito, avalia:

O referido critério de adequação relativa potencial (*relative potential satisfactoriness*), que formulei há algum tempo e que, incidentalmente, nos permite graduar as teorias, é extremamente simples e intuitivo. Caracteriza como preferível a teoria que nos diz mais – isto é, a teoria que contém mais informação empírica, ou *conteúdo*; que é logicamente mais forte; que tem maior capacidade explicatória e poder de previsão; e que, portanto, pode ser *testada mais rigorosamente*, pela comparação dos fatos previstos com observações. Em resumo, preferimos as teorias interessantes, ousadas e

altamente informativas às que são triviais. Todas essas propriedades desejadas numa teoria vêm a dar numa só coisa: um teor maior de *conteúdo* empírico, uma maior *testabilidade*. (POPPER, 1972, p.243).

A contribuição de Popper deve ser encarada, portanto, não só como uma tentativa de descrição fiel de como se faz ciência, mas principalmente como uma proposta que visa preservar, para a ciência, as características que ele avalia como fundamentais na tradição do pensamento ocidental. A tentativa de preservar características como o debate livre e crítico, a avaliação atenta e cuidadosa das idéias alheias, a definição de critérios de avaliação, a busca de aperfeiçoamento das idéias e a possibilidade de escolha racional entre conjecturas disponíveis é um projeto com repercussões não só na ciência, mas também no plano social. Todas essas características têm relação com os receios e expectativas de Popper para a ciência e a sociedade. Um dos autores que percebeu de forma mais adequada as preocupações de Popper e suas intenções foi Lakatos, que, avaliando as conseqüências das concepções de Popper e Kuhn, afirmou:

O choque entre Popper e Kuhn não se verifica em torno de um mero ponto técnico de epistemologia. Refere-se aos nossos valores intelectuais centrais, e tem implicações não só para a física teórica, mas também para as ciências sociais subdesenvolvidas e até para a filosofia moral e a política. Se nem mesmo na ciência há outro modo de julgar uma teoria senão calculando o número, a fé e a energia vocal dos seus apoiadores, isso terá de ocorrer principalmente nas ciências sociais: a verdade está no poder. Assim a posição de Kuhn reivindica, sem dúvida, não-intencionalmente, o *credo* político básico dos maníacos religiosos contemporâneos (“estudantes-revolucionários”). (LAKATOS, 1979, p.112).

O compromisso de Popper com o ideal de liberdade e a forma de governo democrática se traduziu em substancial produção acadêmica. Além dos mais conhecidos *A Sociedade Aberta e seus Inimigos* (POPPER, 1974) e *A Miséria do Historicismo* (POPPER, 1980), o autor escreveu uma série de textos em que a crítica a todas as formas de autoritarismo e à violência para a solução de conflitos são uma constante, entre eles destacam-se: “Humanismo e razão”, “Utopia e violência”, “A história do nosso tempo: uma visão otimista”, “A opinião pública e os princípios liberais”, “Previsão e profecia nas ciências sociais”, todos reunidos na obra *Conjecturas e refutações* (POPPER, 1972), além da obra *Lógica das ciências sociais* (POPPER, 1978).

Um tratamento adequado das propostas sociais e políticas que derivam desses compromissos de Popper com a racionalidade, a liberdade e a democracia, seria melhor realizado em trabalho independente, já que foge aos objetivos principais desta tese. No entanto, esses mesmos compromissos levaram a

posicionamentos que delinearão a visão de Popper sobre a ciência. E as características da proposta popperiana, abordadas até aqui, podem ser melhor compreendidas quanto se analisa o que Popper desejava evitar, o que ele temia. E neste caso, o trecho de Lakatos, logo acima, nos dá uma pista.

A preocupação de Popper em preservar o que poderia restar do conceito de verdade (não se deve esquecer que ele foi um dos principais responsáveis pelo questionamento das concepções de origem positivista sobre a verdade das teorias científicas), ou seja, sua proposta de apresentar a verdade como um farol que ilumina a busca, um objetivo não atingível, mas que deve ser perseguido, pode ser entendido como uma tentativa de garantir as condições para uma escolha e um debate racional na ciência.

O apoio fundamental para Popper continuar se referindo ao conceito de verdade (na forma do conceito de *verossimilitude*: aproximação da verdade), foram as idéias de Alfred Tarski, cuja teoria defendia o livre uso da idéia intuitiva da verdade como correspondência com os fatos. Segundo Popper, o caráter “altamente intuitivo” das idéias de Tarski torna-se mais claro ao se considerar o conceito de “verdade” como um sinônimo de “correspondência com os fatos”, então, para melhor compreensão, se deixaria o conceito de “verdade” de lado, para se explicar a idéia de “correspondência com os fatos”:

Vamos considerar assim em primeiro lugar as duas formulações seguintes, cada uma das quais enuncia muito simplesmente (numa metalinguagem) as condições necessárias para que uma determinada assertiva (de linguagem objeto) corresponda aos fatos:

- 1) A afirmativa “a neve é branca” só corresponde aos fatos se a neve for, de fato, branca.
- 2) A afirmativa “a grama é vermelha” só corresponde aos fatos se a grama for, de fato, vermelha.

Essas formulações soam, naturalmente, triviais. Mas Tarski descobriu que, a despeito da sua aparente trivialidade, elas continham a solução para o problema de como explicar a correspondência com os fatos.

O ponto decisivo é a descoberta de Tarski de que, para falar em correspondência com fatos, como no caso de 1) e de 2), precisamos usar uma metalinguagem que possibilite *falar sobre duas coisas: as afirmativas e os fatos às quais elas se referem*. (Tarski denomina a metalinguagem desse tipo “semântica” – uma metalinguagem em que podemos falar sobre uma linguagem objeto, mas não sobre os fatos aos quais ele se refere, é chamada “sintática”). Quando conseguimos satisfazer a necessidade de uma metalinguagem (semântica), tudo se torna claro. (POPPER, 1972, p.249).

As afirmativas das teorias podem, segundo Popper, ser comparadas com os fatos e comparadas entre si. Uma escolha racional seria possível, pois se daria preferência por teorias com maior conteúdo empírico (com maior testabilidade), selecionando-se, evidentemente, aquelas com um resultado positivo na

confrontação com os fatos. Desse modo, a escolha racional estaria supondo a preferência pelas teorias com **maior conteúdo corroborado**. Dessa forma, a idéia de verdade (mais precisamente de aproximação da verdade) estaria funcionando como um *princípio regulador*, um critério que possibilitaria o debate e a escolha racional, permitindo-se falar em progresso do conhecimento. Nas palavras de Popper:

O *status* da verdade no sentido objetivo, entendida como correspondência com os fatos, e sua função como princípio regulador podem ser comparados à situação de um pico montanhoso, usualmente envolto em nuvens. Um alpinista não só terá dificuldade em alcançá-lo, mas também não saberá quando o alcançou, pela dificuldade em distinguir o pico principal dos subsidiários, no meio das nuvens. Mas isso não afeta a existência objetiva do pico. Se o alpinista disser: “tenho dúvida sobre se cheguei ao pico principal”, estará reconhecendo, por implicação, sua existência objetiva. A própria idéia do erro, ou da dúvida (no sentido normal e corrente) implica a idéia de uma verdade objetiva que podemos deixar de alcançar. (POPPER, 1972, p.252).

É importante salientar que essa busca de critérios está, na filosofia da ciência de Popper, diretamente ligada à preocupação com as possibilidades de escolhas e debates racionais. Se não há critérios a respeito dos quais se estabeleça uma concordância (mesmo que limitada temporalmente), as definições a respeito de qual explicação deve ser adotada recaem sobre fatores não objetivos, ou seja, não havendo critérios previamente acordados, cada um poderia utilizar os critérios que considerasse mais adequado, o que inviabilizaria qualquer debate racional, pois os próprios critérios de definição seriam variáveis, sujeitos a preferências de ordem pessoal: em síntese, critérios subjetivos.

De acordo com Popper, se o fazer ciência perder de vista essas características de busca de explicações mais satisfatórias, critérios convencionados de escolha e debate racional, a ciência estaria se distanciando de tudo aquilo que a distingue das outras formas de conhecimento e estaria colocando em risco sua própria identidade (evidentemente à luz da interpretação de Popper sobre a ciência).

6.3.4 O ponto forte da contribuição de Popper ao Ensino de Ciências

O estudo mais detalhado das contribuições de Popper permite perceber, como se procurou mostrar no item 6.3.3, que a interpretação do que é a ciência e, mais do que isso, o que se deseja para ela, tem repercussões amplas: políticas, sociais e, o que é do interesse deste item, no âmbito do Ensino de Ciências.

Como se enfatizou no item anterior, a reconstrução que Popper realiza do fazer ciência procura apresentar certas características como imprescindíveis: um critério objetivo de escolha entre teorias concorrentes, a possibilidade de debate racional entre os cientistas, a possibilidade de se falar em progresso do conhecimento científico. Ao mesmo tempo que a contribuição teórica de Popper representa uma crítica contundente das concepções de ciência de influência positivista, procura preservar, por outro lado, aquelas características que o autor debita à “tradição racionalista”, que teríamos herdado dos gregos e que seria um dos componentes mais importantes da civilização ocidental (POPPER, 1972, p.129).

Desse modo, poder debater racionalmente com alguém no sentido de apresentar idéias e compará-las com as do interlocutor, havendo a possibilidade de se decidir (não necessariamente pela adoção total de uma idéia e pelo abandono absoluto da outra) com base em critérios convencionados, passíveis de aceitação mútua, representa, para Popper, a preservação de algo fundamental na tradição do pensamento ocidental, representa a própria idéia de racionalidade. O abandono dessas características significa, para Popper, abrir espaço para a subjetividade, o relativismo e o irracionalismo.

Uma das principais vantagens do estudo pormenorizado das idéias de Popper para o Ensino de Ciências seria, portanto, a possibilidade de se refletir com maior clareza a respeito das conseqüências que as concepções de ciência podem ter para esta área. No caso específico de Popper, a valorização do debate racional e não dogmático.

Se a reflexão se voltar, inicialmente, para o âmbito mais geral das conseqüências, na linha de abordagem que inicia este item, se perceberá que a adoção de uma ou outra concepção de ciência pode ter impactos importantes na postura do professor frente aos conhecimentos e ao processo de ensino.

Se o professor adotar os pontos de vista de Popper a respeito do fazer ciência, acabará apresentando aos alunos uma reconstrução da atividade científica que valoriza os aspectos racionais. A possibilidade de um debate racional, de uma escolha entre teorias em disputa com base em critérios definidos, de uma visão de progresso científico, passariam a fazer parte da concepção de ciência apresentada aos alunos.

Mas quais seriam as vantagens de se apresentar a ciência deste modo, quando as contribuições de outros filósofos da ciência revelaram a influência de fatores extra-científicos⁴² neste processo?

A apresentação exclusiva de uma das interpretações sobre o fazer ciência corresponderia a um direcionamento e uma limitação incongruentes com o processo de ensino. Os alunos poderiam ser esclarecidos a respeito das várias posições presentes na Filosofia das Ciências, no entanto, a apresentação das idéias de Popper, ao valorizar os aspectos racionais da ciência, daria ensejo a reflexões a respeito da importância, ou não, de se buscar um fazer ciência a partir das características que ele enfatiza.

Deste modo, os alunos seriam informados, ao mesmo tempo, a respeito da influência de elementos não racionais no âmbito científico (neste aspecto, as contribuições de filósofos da ciência como Kuhn e Feyerabend seriam fundamentais) e também a respeito da importância em se buscar, de forma consciente, os aspectos racionais que Popper valoriza e identifica como relevantes para a cultura ocidental e as formas de governo que prezam a liberdade e a democracia: respeito e avaliação criteriosa das idéias alheias, procura de critérios objetivos de avaliação de conjecturas, debate e escolha racional de teorias.

Em síntese, a riqueza do processo de fazer ciência⁴³ não seria escamoteado, a influência de fatores extra-científicos seria reconhecida, mas, simultaneamente, as características racionais que podem - e, segundo Popper, devem - fazer parte da ciência estariam presentes, até por uma questão de avaliação crítica dos alunos a respeito de sua real necessidade ou relevância. Os alunos seriam tratados como sujeitos ativos do processo ensino-aprendizagem, pois participariam da discussão e compreensão dos conceitos científicos, sempre tendo como ponto de partida um problema, que seria o impulsionador de todo o processo, garantindo maior envolvimento e participação, sempre com a consciência de que se trata de *hipóteses de trabalho, conjecturas*, evitando-se assim que as avaliações e críticas sejam tomadas no sentido pessoal.

A reflexão a respeito do que seria necessário para a existência de um debate racional no meio científico seria aberta aos alunos. Isto poderia fazer parte da formação dos estudantes no que diz respeito às regras de debate, de discussão crítica, de processos argumentativos, em que se espera (segundo a tradição de

⁴² A esse respeito ver maiores detalhes na seção 6.3.1

⁴³ A esse respeito ver Feyerabend (1979).

pensamento ocidental enfatizada por Popper) uma *aproximação da verdade*, no sentido de uma definição pelas idéias com maior poder de convencimento em razão de sua capacidade explicativa.⁴⁴

Um aprendizado como esse seria de extrema relevância para os alunos, não só para a sua formação como sujeitos aptos a participarem de debates acadêmicos, mas, também, para sua formação enquanto cidadãos.

Quais seriam as condições que permitiriam um debate que pudesse conduzir a esclarecimentos importantes sobre temas de relevância na formação científica do aluno? Um debate produtivo em busca das melhores explicações poderia ocorrer se uma das interpretações (ao estilo positivista) é apresentada como “a verdade” a respeito de determinado assunto? Ou se a decisão a respeito de qual teoria aceitar se coloca exclusivamente no plano de fatores externos ao debate (número de árdus defensores de uma teoria, influência do professor, de modismos, etc.)?

Institucionalmente, a escola é pensada por muitos (sob influência da tradição positivista) como um espaço de ensino de “verdades”. Os debates da Filosofia da Ciência no século XX podem afirmar este espaço como de *busca da verdade* (no sentido popperiano de um farol inalcançável que orienta a navegação), ou como um espaço sob influência de fatores não racionais. Na verdade, tudo depende das decisões daqueles que estão envolvidos com o processo educativo. Mas, é relevante notar que a opção por uma ou outra concepção de ciência, quando levada pelo encadeamento lógico das conseqüências que se ligam às premissas iniciais, pode acabar conduzindo a uma concepção de educação que valoriza, ou não, o livre debate, que acredita, ou não, na possibilidade de uma discussão racional, que encara o processo educativo como busca real das melhores explicações, ou, como mero processo de convencimento por verdades já estabelecidas pela tradição, ou pelo maior número de defensores.

O ponto forte da contribuição de Popper para o Ensino de Ciências está justamente em chamar a atenção para a importância das conseqüências que se derivam das concepções de ciência que adotamos. Evidentemente, há diferenças significativas entre o processo de formulação e definição das teorias científicas e o que ocorre no âmbito do processo de ensino nas escolas. A literatura na área de Ensino de Ciência já enfatizou devidamente essas especificidades. No entanto, não se trata aqui de simples paralelos, mas da compreensão de algumas conseqüências

⁴⁴ Ver em relação a este tema as seções 3.2 e 3.3 desta tese.

que se derivam da maneira como entendemos o processo de constituição e aceitação das teorias que são tidas como as melhores explicações de seu período.

A importância da contribuição de Popper, que enfatiza a relevância dos aspectos racionais da troca de idéias entre as pessoas (em todos os âmbitos: científico, econômico, político, educacional, etc.), fica mais evidente com o exercício de se imaginar como seriam os debates sem as características que ele preza. No meio científico, as teorias poderiam se consolidar não tanto em função de sua capacidade explicativa, mas por interesses políticos, econômicos, por pressões de grupos identificados com certas idéias. Como Kuhn procurou demonstrar, isto, de fato, pode ocorrer. Mas seria isso o que se espera da ciência? Foi sob os signos da imposição de idéias via retórica, recursos de proteção de certas teorias a qualquer preço, motivados por interesses variados, que a ciência moderna se constituiu?⁴⁵ Ao se aceitar, sem questionamento, a influência de muitos fatores não racionais na atividade científica, não se estaria, mesmo que involuntariamente, abrindo espaço para uma modificação extremamente relevante em alguns pontos - procura da verdade, estabelecimento de critérios mais objetivos de avaliação e debate das teorias, consideração crítica de todas as idéias não apoiadas nos fatos e em uma boa lógica interna - que estavam estabelecidos desde sua origem?

Uma das contribuições mais importantes de Popper consistiu em chamar a atenção para os riscos que se corria ao não atentarmos para a influência de posicionamentos que ele via como uma ameaça: o subjetivismo, o relativismo e o irracionalismo. Todos eles se constituindo em obstáculos para uma troca de idéias, na qual os interlocutores entrariam com suas teorias preferidas e estariam dispostos a ouvir e considerar sinceramente as idéias alheias, assim como, a avaliar as conseqüências dessa confrontação com isenção, a partir de critérios previamente estabelecidos.

Mas, no âmbito do Ensino de Ciências, quais seriam os riscos?

Primeiramente, pode-se pensar nas conseqüências de uma apresentação da ciência em que os aspectos racionais que Popper preza não são valorizados. Que tipo de imagem os alunos estariam formando de uma atividade em que o mais relevante para a consolidação de uma teoria seriam fatores, como: apoio político ou econômico, número de defensores dogmatizados e disposição de salvar a teoria preferida a qualquer custo? Mais uma vez, cabe enfatizar, não se trata de ignorar a

⁴⁵ A respeito dos ideais relacionados ao processo de constituição da ciência moderna ver o capítulo 2 desta tese, mais particularmente, as seções 2.1, 2.2 e 2.3 .

influência desses fatores; eles estão presentes, são relevantes e, muitas vezes, decisivos. No entanto, o fato de que o fazer ciência tenha se tornado algo tão variado, não desobriga aqueles que com ela estão envolvidos em buscar o que seria o mais adequado para a sua preservação e desenvolvimento; evidentemente, a partir de certos valores e posicionamentos específicos.

No caso de Popper, esses valores seriam todos aqueles, já abordados aqui, que guardam relação com o caráter racional da ciência. Por sua vez, eles conduziram a um posicionamento em que a liberdade e o regime democrático seriam valorizados, pois seriam a garantia para os debates livres, nos quais o predomínio da racionalidade seria meta principal.

A ciência é fruto da atividade humana consciente (embora, alguns aspectos inconscientes possam, por vezes, prevalecer, como a identificação absoluta de um cientista com suas idéias, com a conseqüente postura errônea de encarar as críticas como algo pessoal, o que, muitas vezes, conduz a uma postura dogmática), sendo, portanto, responsabilidade daqueles que a ela se dedicam, a sua caracterização principal e o delineamento de seus aspectos mais importantes.

E aquilo que Popper propõe como características principais da ciência leva, aos estudantes, uma imagem de uma atividade intelectual na qual as escolhas entre as propostas de explicação ocorrem em uma situação de debate racional: todas as conjecturas são cuidadosamente apreciadas, as hipóteses são avaliadas com base no seu potencial explicativo, há critérios convencionados de escolha, o objetivo principal não seria fazer valer a qualquer custo uma teoria preferida, mas buscar, com o auxílio das avaliações críticas mútuas, a melhor explicação. O efeito positivo desta imagem, na formação dos alunos, não deveria ser menosprezada.

Seria uma oportunidade importante para levar aos alunos reflexões de grande relevância no que diz respeito às regras de debates produtivos e conseqüências da adoção, ou não, de certos valores. Seria interessante, por exemplo, que os alunos avaliassem, até pela própria experiência, os resultados de um debate sem a preocupação com os aspectos que Popper considera fundamentais em qualquer troca de idéias. Seria um aprendizado esclarecedor, se tivessem a oportunidade de experimentar as conseqüências de um debate sem critérios de escolha definidos, em que o objetivo principal fosse fazer valer uma hipótese a qualquer custo.

Em um segundo momento, seria interessante avaliar as conseqüências de uma postura como a de Popper para um debate relevante no Ensino de Ciências,

como aquele sobre as *mudanças conceituais*, mais particularmente, sobre a conveniência, ou não, dos *conflitos cognitivos*⁴⁶. Na seção 6.2 desta tese, foi observado que alguns autores passaram a questionar a conveniência de se apostar no conflito cognitivo como estratégia de aprendizado dos conteúdos de ciência. Observou-se também que Bastos e colaboradores (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001), apesar de admitirem a pertinência de algumas críticas à estratégia didática de *conflitos cognitivos*, procuraram enfatizar a importância de se preservar, nas discussões e outras atividades realizadas em sala de aula, um espaço para a explicitação de compreensões ou interpretações equivocadas; o que se daria por meio de questionamentos, problematizações e um debate bem conduzido.

Existe a necessidade institucional das escolas em saber se os alunos estão ou não compreendendo os conteúdos científicos que estão sendo ensinados - que seriam, segundo a perspectiva popperiana, não teorias verdadeiras, mas o que a comunidade científica considera como o mais adequado até aquele momento - dessa forma, Bastos e colaboradores (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p. 12-13) afirmam que os questionamentos assumem uma importância central para a aprendizagem, pois oferecem condições para o aluno elaborar seus conhecimentos.

Uma questão fundamental, então, coloca-se: esses debates e questionamentos se dariam com base em quais princípios?

Posicionamentos derivados do positivismo sequer pactuariam com a ideia da importância de debates, pois haveria um só questionamento: aquele que parte da teoria “verdadeira” para levar à substituição da concepção trazida pelo aluno. Por outro lado, concepções que criticaram a conveniência da estratégia pedagógica, baseada nos *conflitos cognitivos*⁴⁷, parecem não ver importância nas confrontações e debates, pois as concepções alternativas continuariam presentes nos alunos.

Posicionamentos como de Gil Pérez e colaboradores (1999) e Bastos e colaboradores (2001), que reconhecem a importância dos problemas e questionamentos, podem encontrar, nas ideias de Popper a respeito da relevância de debates racionais e suas regras, um importante apoio. O confronto entre hipóteses na ciência é, evidentemente, diferente daquele que pode ocorrer entre a concepção do aluno e a que vai ser ensinada na escola, no entanto, pode-se defender, sem problemas, a utilização dos **mesmos critérios de debate**. Se o objetivo é fazer com que o aluno compreenda, adequadamente, as teorias aceitas

⁴⁶ Em relação a este tema, ver a seção 6.2.

⁴⁷ Como por exemplo, Mortimer e Solomon (ver seção 6.3.2).

pela comunidade científica naquele período e, se ele possui concepções prévias a respeito do que vai ser ensinado; por que não utilizar os critérios valorizados por Popper como garantidores de um debate racional na ciência?

Uma forma de levar o aluno a compreender os conceitos e as teorias científicas seria compará-las com as suas concepções, tendo os critérios do debate racional (segundo Popper) como referência. Dessa forma, o aluno poderia ser levado a comparar a capacidade de explicação, a coerência interna e a resistência às confrontações com os fatos, das explicações que tivesse como alternativa. E isto constantemente, como Bastos observou – com base em Gil Pérez e em total consonância com Popper – fazendo os alunos entenderem suas próprias idéias e as dos outros como **hipóteses de trabalho** (BASTOS; NARDI; DINIZ, 2001, p.10).

Este último aspecto é de extrema relevância, pois apresentar as idéias como **hipóteses de trabalho**, como se procurou demonstrar nas seções 3.1 e 4.2 desta tese, foi algo fundamental para a concepção popperiana de ciência. A crítica de Popper à idéia positivista de teorias “verdadeiras” derivadas dos fatos, e sua defesa da avaliação rigorosa de qualquer proposta de explicação, conduziram à compreensão de que, no debate científico, teríamos muito a ganhar se considerássemos as teorias como **conjecturas**, ou seja, como **hipóteses de trabalho**.

Apresentar o debate nestes termos, no âmbito do Ensino de Ciências, conduz a resultados interessantes. Em primeiro lugar, leva a uma **amenização dos confrontos**, dessa forma, respondendo às preocupações de todos aqueles que criticavam as estratégias de *conflito conceitual* pelo desgaste que representariam para os alunos. Em segundo lugar, representa uma oportunidade muito importante de **amadurecimento intelectual dos alunos**, que poderiam experimentar a distinção entre as suas idéias e a sua própria pessoa, processo fundamental para o exercício do debate racional e o combate ao dogmatismo.

Dessa forma, de acordo com o que foi apresentado na seção 4.2 desta tese, os alunos estariam sendo incentivados a terem uma percepção mais clara do *terceiro mundo* que, segundo Popper, seria o mundo das idéias no sentido objetivo, “[...] o mundo das teorias em si mesmas e de suas relações lógicas, dos argumentos em si mesmos, e das situações de problema em si mesmas.” (POPPER, 1975, p.152). Ou seja, os alunos teriam a oportunidade de exercitarem a separação entre

este *terceiro mundo* e o *segundo*: o mundo dos estados mentais, das experiências subjetivas e pessoais.

Segundo Popper, o aprendizado humano se daria, basicamente, pelas interações entre o *segundo* e o *terceiro mundo*. Aprenderíamos, fundamentalmente, a partir de conhecimento já constituído (*terceiro mundo*), que deveria ser questionado, avaliado e modificado a partir de nossa postura crítica (*segundo mundo*).

Sendo assim, não haveria razão em nos vincularmos, de forma dogmática, a idéias que fazem parte do *terceiro mundo*, pois tudo que nele está presente é passível de críticas e modificações; se isso não for feito por nós, com certeza o será por outros. E tudo isso é próprio de um tipo de funcionamento que é, de certa forma, esperado no debate científico, ou em qualquer outro que preze as características racionais de discussão que, segundo Popper, devem estar presentes na ciência.

7 CONCLUSÃO

A abordagem das idéias de Popper tinha, como um dos objetivos, compreender as razões de seu apego por aquilo que restaria do conceito de verdade. As críticas de Popper ao positivismo e às concepções indutivistas sobre a origem das teorias científicas, o levaram a encarar essas teorias não como verdadeiras (no sentido de definitivas, explicações últimas), mas como as melhores explicações existentes em determinado momento histórico. Isto, no entanto, exigia o estabelecimento de critérios de escolha do que seriam as melhores explicações. Para atender a essa necessidade, Popper elaborou uma série de critérios⁴⁸, não abrindo mão da idéia de **busca** da verdade (o farol inalcançável que orienta o caminho) e da necessidade de testes rigorosos para verificar a correspondência com os fatos e a coerência interna das teorias.

O desenvolvimento dos capítulos 2 e 3 permitiu a compreensão de que o interesse de Popper em preservar a idéia de verossimilitude (aproximação da verdade), e a possibilidade de escolha racional entre as teorias (baseado em critérios objetivos e convencionados), estava relacionado a suas preocupações com o caráter racional da ciência. De acordo com Popper, se não há critérios objetivos e convencionados que auxiliem na escolha entre explicações concorrentes, então, as definições ocorrerão tendo por base fatores subjetivos, políticos ou sociais; o que, por sua vez, descaracterizaria a racionalidade da ciência, que estaria alicerçada, principalmente, na possibilidade de uma troca de idéias, de um debate, que estaria orientado por um objetivo comum: a busca pela teoria com maior capacidade explicativa e maior testabilidade.

A racionalidade da ciência, segundo Popper, estaria também na dependência de certos fatores institucionais, como a existência de centros de pesquisa e universidades, financiamentos, publicações, congressos e, acima de tudo, um regime político que garantisse a troca de idéias e o livre debate, sendo este um fator primordial, sem o qual a racionalidade científica estaria em risco. A forma como se entende o fazer ciência, portanto, tem repercussões mais amplas, trata-se, em síntese, da forma pela qual os conhecimentos são produzidos, ganham credibilidade e são disseminados, com todas as influências que decorrem do uso do conhecimento, inclusive as relacionadas ao poder. Existe, portanto, uma relação

⁴⁸ A esse respeito ver o capítulo 3

direta entre a forma como se entende que o conhecimento científico deva ser produzido, por quais razões deve ganhar credibilidade e ser disseminado e a visão de sociedade que se avalia como adequada. A produção do conhecimento científico envolve, obviamente, relações entre seres humanos, mais particularmente, seres humanos produzindo conhecimento; a forma como se entende que devam ser essas relações de produção do conhecimento nos diz algo sobre como deveriam ser as relações entre os homens, em geral, na respectiva sociedade. A percepção, de uma forma mais clara e detalhada, dessas relações, foi um dos resultados aqui alcançados pelo estudo das idéias de Popper.

O desenvolvimento do trabalho permitiu, também, uma compreensão mais adequada da questão do aprendizado em Popper. Neste sentido, o que foi elaborado no capítulo 4 da tese constituiu-se em um esforço de organização e apresentação das idéias de Popper sobre a aprendizagem a partir de suas concepções mais gerais a respeito do conhecimento humano. Apesar da teoria popperiana não ter abrangido o estudo das relações de aprendizado nas escolas, o que foi por ela desenvolvido a respeito do conhecimento humano, como se procurou mostrar no capítulo 4, pode ser legitimamente utilizado para se pensar as questões referentes ao aprendizado escolar.

Por outro lado, esta pesquisa esteve preocupada, primordialmente, com as repercussões das idéias de Popper no Ensino de Ciências. Em relação a este aspecto, buscou-se, aqui, algo diferente e mais específico do que vinha sendo feito na área. As pesquisas já realizadas, em geral, concentravam-se em perceber as relações entre a concepção de ciência e os posicionamentos existentes no debate sobre *mudança conceitual*, ou, em buscar paralelos entre a concepção de ciência e as práticas pedagógicas. Esses trabalhos, como se observou anteriormente, proporcionaram reflexões interessantes e levaram a esclarecimentos que muito contribuíram para o desenvolvimento desta área de interface entre Filosofia da Ciência e Ensino de Ciência.

No entanto, esta tese, procurando atender à necessidade de um estudo mais pormenorizado dos principais filósofos da ciência e das possíveis repercussões de suas idéias no Ensino de Ciências, concentrou-se em compreender de que forma a concepção de ciência de Popper poderia influenciar os alunos que aprendem Ciências. A primeira conclusão importante que destacamos foi que a imagem de ciência apresentada por Popper, em que as características racionais aparecem com

destaque, teria uma repercussão importante na forma como os alunos poderiam entender o funcionamento de qualquer tipo de debate.

Dessa forma, características valorizadas por Popper, como a definição de critérios objetivos de escolha entre explicações concorrentes, busca de teorias com o maior poder explicativo e a maior testabilidade, disposição sincera em ouvir e avaliar sem preconceitos as idéias alheias e atitude crítica em relação às próprias conjecturas poderiam servir como modelo de condições a serem consideradas para os debates, em geral, e, em especial para os que ocorressem no meio acadêmico. O conhecimento das regras do debate racional e, mais do que isso, a oportunidade de nelas se exercitar, proporcionaria aos alunos um aprendizado interessante para o seu desenvolvimento intelectual. Além disso, ao longo do capítulo 5, recapitulamos e destacamos os principais argumentos a respeito da importância que a História e a Filosofia da Ciência têm para o Ensino de Ciências.

Outra consequência importante das idéias de Popper para o Ensino de Ciências diz respeito à forma de se encarar as idéias em um debate. De acordo com o autor, todas as idéias devem ser vistas como hipóteses de explicação, como conjecturas. A concepção popperiana de debate supõe uma boa dose de desapego em relação às conjecturas, elas deveriam ser encaradas como o que são: apenas idéias que usamos na tentativa de melhor compreender a realidade. Segundo Popper, deveríamos fazer todo esforço em evitar que qualquer debate de idéias fosse para o lado pessoal, com os interlocutores interpretando as críticas como algo que pudesse atingi-los como pessoas e não como discordâncias em relação às idéias.

A relevância deste tipo de postura para o Ensino de Ciências é considerável, na medida em que responde diretamente a uma das principais preocupações dos críticos da idéia de *conflitos cognitivos*: o fato de que as confrontações freqüentes entre concepções prévias dos alunos e concepções a serem assimiladas na escola levariam a um desgaste dos discentes, que perderiam sua autoconfiança e se sentiriam inibidos em razão da forma reiterada de prática dos *conflitos cognitivos*. Como foi observado na seção 6.3.4 desta tese, encarar as idéias como hipóteses de trabalho, ao mesmo tempo que “tira o peso” do debate - na medida em que não se interpreta a situação como de simples confrontação, mas como busca da conjectura que melhor responde ao problema em questão - permite ao aluno, por meio de uma postura mais adequada em relação às idéias, uma oportunidade de amadurecimento

pessoal e intelectual. Dessa forma, o aprendizado da postura adequada de relativo desapego em relação às próprias idéias, ao mesmo tempo que daria condições para a realização de um debate produtivo em busca das melhores explicações, permitiria, por parte da escola, o cumprimento de uma esperada função institucional: não a de simples “doutrinação” ou “enquadramento” de acordo com os paradigmas dominantes (segundo os críticos do uso da estratégia de *conflitos cognitivos*), mas a de oferecer condições para que os alunos compreendam adequadamente as idéias científicas e possam se desenvolver intelectualmente a partir da participação em um ambiente de livre debate.

O trabalho de elaboração da tese permitiu, também, a percepção de que certos paralelos – envolvendo as concepções de ciência, o tema dos *conflitos cognitivos* e as relações entre práticas pedagógicas e imagens de ciência - poderiam ser feitos, possibilitando reflexões interessantes envolvendo as idéias de Popper.

Na seção 6.3.1 da tese, chegou-se ao resultado de que as concepções de ciência apresentadas pelos filósofos da ciência – no caso específico a concepção popperiana – não dariam conta da complexidade e riqueza do processo de fazer ciência (em especial, no caso de Popper, dos processos “heterodoxos” de proteção e busca de sobrevivência de certas teorias). No entanto, constatou-se que a **reconstrução** do processo de fazer ciência, apresentada por Popper, tinha interesses (conscientes) específicos: preservar o caráter racional do empreendimento científico. O referido hiato entre a riqueza do processo e a reconstrução teórica, situa-se, portanto, no campo das propostas e tentativas humanas de intervenção e direcionamento da realidade. Vale ressaltar aqui a plena compreensão, por parte de Popper, das ligações existentes entre concepção de ciência (em síntese, uma forma de produção de conhecimentos com certas características e métodos, supondo determinados tipos de postura e relação entre os homens) e propostas sociais e políticas.

Por outro lado, ao se abordar o tema dos *conflitos cognitivos*, chega-se à percepção da complexidade do processo de aprender Ciências. Esta constatação, presente na seção 6.3.2 desta tese, confronta-se com a necessidade de um certo tipo de postura por parte dos professores. De forma semelhante ao que ocorre com as concepções de ciência e suas possíveis repercussões, o posicionamento dos professores de Ciências em relação a um tema como o dos *conflitos cognitivos* tem relações com suas concepções de aprendizagem, com a forma como imaginam que

deva ocorrer a construção do conhecimento por parte dos estudantes e, como se procurou mostrar na seção 6.3.4, até com os entendimentos específicos a respeito do papel do professor e da escola no processo de desenvolvimento do aluno. Enfim, pode-se aqui também entender o hiato existente entre riqueza e complexidade do processo de aprendizagem e uma proposta como a que interpreta positivamente a existência dos *conflitos cognitivos*, como expressão natural da existência de um projeto que busca um certo direcionamento para o ensino. No caso específico, um direcionamento em que o professor assume um papel mais decisivo em relação às opções de explicação, não necessariamente na imposição de um paradigma, mas no auxílio da compreensão das razões que levaram certas conjecturas a serem predominantes, assim como na percepção de que continuam sendo apenas hipóteses, passíveis de críticas, reformulações ou substituições.

Por sua vez, a pesquisa de Ana Maria de Oliveira Cunha, abordada na seção 5.4 desta tese, confirmou o hiato existente entre as concepções de ciência e as práticas pedagógicas. O primeiro problema seria o da falta de clareza e consciência dos professores em relação a suas concepções de ciência. A maioria, em razão da ampla influência da tradição positivista, acabaria adotando concepções baseadas em um indutivismo e em um empirismo estreitos, por meio dos quais as teorias científicas apareceriam como o resultado inquestionável da generalização, via indução, de observações e experimentos metodologicamente bem orientados. A pesquisa revelou, também, que muitos professores acabavam adotando concepções ecléticas, sem o devido cuidado com a questão da coerência.

Além desses problemas, outro resultado importante da pesquisa em questão, foi a constatação de que poucos professores tinham clareza a respeito das bases teóricas de suas práticas pedagógicas, ou seja, a maioria dos professores de Ciências pouco refletem e tem uma consciência limitada das idéias pedagógicas que poderiam dar embasamento a seu trabalho, o qual seria realizado tendo por principal fundamento aquilo que foi assimilado durante o seu período de formação profissional.

O que esses resultados demonstram, além da pouca clareza dos professores em relação às concepções de ciência e teorias pedagógicas, é que há um conseqüente hiato entre esses dois fatores, as concepções de ciência adotadas não encontram, muitas vezes, uma correspondência compatível na prática pedagógica. Esses resultados, evidentemente, não invalidam as pesquisas realizadas no sentido

de detectar as compatibilidades e relações entre concepções de ciência e práticas pedagógicas, mas, colocam em evidência a existência de um hiato semelhante aos observados anteriormente: de um lado, a complexidade da realidade investigada, de outro, os nossos projetos, buscando intervenções e modificações baseadas em certas idéias e concepções.

O fato de que a realidade se mostre ainda muito distante, muito mais rica, complexa e menos organizada do que nossas tentativas teóricas de compreensão e intervenção desejariam, não nos exime da responsabilidade pelo melhor entendimento e pelas melhores propostas de ação. Mas, talvez, torne-nos mais conscientes das dificuldades a serem enfrentadas.

A compreensão mais adequada das concepções de ciência dos principais filósofos da ciência, assim como de suas conseqüências para o ensino, faz parte dessa busca pelo melhor entendimento e pelas melhores propostas de ação. No caso específico de Karl Popper, como se procurou demonstrar nesta tese, temos uma concepção de ciência em que o próprio autor revela, de forma consciente e clara, as conseqüências mais amplas, que nos levam a uma compreensão de como devem ser os relacionamentos pessoais que envolvem troca de idéias (como devem ser os debates em geral), assim como as instituições que devem ser prezadas e os princípios de organização social e política que devem ser valorizados.

Na obra de Popper, há um encadeamento natural (baseado nos princípios da conseqüência e da coerência), entre a defesa de um critério de escolha para teorias concorrentes (verossimilitude: capacidade explicativa e testabilidade das teorias), a possibilidade de um debate e de uma escolha racional dessas teorias, a defesa de instituições que possibilitem um debate deste tipo (imprensa livre, universidades e centros de pesquisa com autonomia, congressos, simpósios e exposições freqüentes, variedade de disponibilidade para publicações) e a valorização de princípios como a liberdade, o respeito ao interlocutor, a tolerância e o antidogmatismo. Tudo isso conduz, na obra de Popper, a uma defesa do que ele denomina de “Sociedades Abertas”, expressão de amplo alcance que procura opor, de um lado, as sociedades organizadas de acordo com os princípios acima descritos, e que teriam na democracia a sua forma de organização política, e, de outro, as sociedades que não teriam apreço pelas instituições e princípios acima expostos e que se organizariam politicamente de forma não democrática.

O fato de essas relações poderem ser percebidas com clareza na obra de Popper, pois aparecem de forma consciente e explícita, torna sua contribuição um ponto de referência. O debate na área de Ensino de Ciências teria muito a ganhar se mais esforços fossem feitos para se compreender essas conseqüências e relações e o mesmo ocorresse com outros filósofos da ciência.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. ; NOVAK, J.D. ; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACON, F. *Novum organum*. Col. “Os pensadores”. São Paulo: Nova Cultural, 1999.
- BOGDAN, R. C. ; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto editora, 1994.
- BASTOS, F. *História da ciência e ensino de biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)*. 1998. 203f. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BASTOS, F.; NARDI, R. ; DINIZ, R.E.S. Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., *Atas...*, 2001.
- BATISTA, I. L. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa em educação científica e matemática. In: NARDI, R.(org.). *A pesquisa de ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p.257-272.
- BECKER, F. *A epistemologia do professor: o cotidiano da escola*. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 1994.
- CARNEIRO, M. C. et al. Implicações do conceito de verdade da Filosofia da Ciência de Popper para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 6., 2007, Florianópolis. *Caderno de Resumos*. Florianópolis: UFSC, 2007.
- CUNHA, A. M. de O. *A mudança conceitual de professores num contexto de educação continuada*. 1999. 473 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- CUNHA, M.V. da. A psicologia na educação: dos paradigmas científicos às finalidades educacionais. *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, USP, v.24, n.2, jul./dez.1988.

DEBUS, A.G. A ciência e as humanidades: função renovadora da integração histórica. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v.5, p. 3-13, 1991.

DESCARTES, R. *Obra escolhida*. 2.ed. São Paulo: Difel, 1973.

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da biologia na educação superior. In: NARDI, R.(org.). *A pesquisa de ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p.293-315.

FEYERABEND, P. Consolando o especialista. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A.(Orgs.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979. p.244-284.

GIL-PÉREZ, D. Que hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, v.9, n.1, p.69-77, 1991.

_____. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza / aprendizaje investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n.2, p. 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D. et al. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p.503-512, 1999.

_____. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GUNSTONE, R. F. ; MITCHELL, I. J. Metacognition and conceptual change. In: MINTZES, J.J.; ANDERSEE, J.H.; NOVAK, J.D.(eds.) *Teaching science for understanding: a human constructivist view*. San Diego: Academic Press, 1988. P. 134-163.

HUME, D. *Investigação acerca do entendimento humano*. São Paulo: Edusp, 1972.

KANT, I. *Prolegômenos a toda a metafísica futura*. Lisboa: edições 70, 1982.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 4.ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.

_____. *A tensão essencial*. Lisboa: Edições 70, 1989.

_____. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In: LAKATOS, I. ; MUSGRAVE, A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* . São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979a. P.5-32.

_____. Reflexões sobre os meus críticos. In: LAKATOS,I.; MUSGRAVE, A.(Orgs.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* . São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979b. P.285-343.

LAKATOS, I. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madri: Alianza editorial, 1983.

LAKATOS, I. ; MUSGRAVE, A.(Orgs.) *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979.

MAGEE, B. *As idéias de Popper*. São Paulo: Cultrix, 197-].

McCOMAS, W. F. et al. The nature of science in science education: an introduction, *Science & Education*, v.7, p. 511-532, 1998.

MELLADO, V. The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science, *Science Education*, v.82, n.2, p.197-214, 1998.

MELLADO JIMÉNEZ, V. Cambio didáctico del professorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia, *Enseñanza de las ciencias*, v. 21, n.3, p.343-358, 2003.

MION, R.A. ; ANGOTTI, J.A.P. Em busca de um perfil epistemológico para a prática educacional em educação em ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, v.11, n.2, p.165-180, 2005.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M.A. ; MASINI, E.A.F.S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

NOVAK, J.D. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira, 1981.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*. n.11, p.530-540, 1989.

_____. History and philosophy of science and the preparation for constructivist teaching : the case of particle theory. In: MINTZES, J.J.; WANDERSEE, J.H.; NOVAK, J.D. (eds.) *Teaching science for understanding: a human constructivist view*. San Diego: Academic Press, 1998. P. 165-194.

PELUSO, L. A. *A filosofia de Karl Popper: epistemologia e racionalismo crítico*. Campinas: Papirus/Puccamp, 1995.

POPPER, K.R. *Conjecturas e refutações*. Brasília: UNB, 1972.

_____. *A lógica da pesquisa científica*. 2.ed. São Paulo: Cultrix, 1974.

_____. *A sociedade aberta e seus inimigos*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1974. 2v.

_____. *Conhecimento objetivo*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1975.

_____. *Lógica das ciências sociais*. Brasília: UNB, 1978.

_____. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979. P.63-71.

_____. *A miséria do historicismo*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1980.

_____. *O universo aberto*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1988.

PORLÁN, A. et al. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de la Ciencias*, v.16, n.2, p.271-288, 1998.

POSNER, G. et al. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, n.66, p.183-200, 1982.

RUSSEL, T.L. What history of science, how much, and why? *Science Education*, v.65, n.1, p.51-64, 1981.

RUFATTO, C. A. *Ciência e Política em Karl Popper*. 1991.160 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia da Ciência) – Centro de Lógica e Epistemologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

STRIKE, K.A. ; POSNER, G. I. A revisionist theory of conceptual change. In: DUSCHL, R.A. ; HAMILTON, R.J. *Philosophy of science, cognitive*

psychology, educational theory and practice. Albany: State University of New York Press, 1992.

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. *Ciência e Educação*, Bauru, v.7, n.2, p.169-181, 2001.