CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E TRANSIÇÃO PARADIGMÁTICA

2.1. Sobre a ciência moderna

Vivemos num mundo de transição ideológica, no qual aquilo que antes era tido como verdade incontestável agora cede lugar a dúvidas e questionamentos sobre essas “certezas” outrora vigentes. De acordo com SANTOS (1987), aquilo que hoje denominamos modernidade teve sua origem no século XVI e segue com sua influência até o século XX, período no qual se inicia um movimento contrário a modernidade, principalmente no campo das concepções de ciências.

SANTOS (1987) marcou e mapeou o panorama de determinados posicionamentos de alguns autores a respeito da constituição do conhecimento científico. A partir de meados da década de 80, com o fim da Guerra Fria, a dinâmica de desenvolvimento de disciplinas como a física foi modificada, até então voltada para a corrida armamentista. Ascendem, naquele momento, as ciências da vida, principalmente a biologia. Neste contexto, a biologia evolutiva, do desenvolvimento e a biotecnologia contribuíram para o desenvolvimento de novas interrogações e temas investigativos.

No entanto, ainda hoje, é notável na academia o papel da ciência na validação do que possa ser ou não considerado conhecimento científico. Nesse sentido, é a própria prática acadêmica exercida pela comunidade científica que promove a seleção desses conteúdos científicos válidos e quais deverão integrar o currículo dos estudantes, seja do ensino superior, médio ou fundamental.

O método científico desenvolvido na modernidade superou a barreira temporal e ainda reforça a importância da metodologia na construção de conhecimentos científicos ditos válidos. Marcado pelo desempenho de um sujeito

que se coloca com neutralidade sobre seu objeto de estudo, a metodologia científica da modernidade atuou como um paradigma que organizou e ao mesmo tempo limitou o pensamento ocidental. A ciência moderna se caracteriza por ser excludente em relações a quaisquer outras formas de construção do conhecimento científico que, por vezes, apelam para uma relação mais intersubjetiva com seu objeto de análise (PLASTINO, 2001, p.22).

De acordo com PLASTINO (2001, p.22) “*um paradigma é um conjunto de perspectivas dominantes em torno da concepção do ser, do conhecer e do homem que, em períodos de estabilidade paradigmática, adquirem uma autoridade tal que se ‘naturalizam’*”. A construção do paradigma da modernidade, por sua vez, transcendeu seu aspecto de construto teórico subjetivo, tornando-se tão naturalizado em nossas práticas acadêmicas cotidianas que podemos verificar sua abrangência em vários setores da sociedade civil.

O conceito de paradigma é, assim, inseparável da compreensão da historicidade do conhecimento. Produto da história, o conhecimento é sempre e necessariamente provisório e parcial, sem que estas características signifiquem (...) negar qualquer capacidade de apreender aspectos do real. (PLASTINO, 2001, p.23).

SANTOS (1987, p.17) afirma que, para um tipo de conhecimento se firmar numa sociedade, é necessário que ele confira “*privilégios extracognitivos (sociais, políticos, culturais) a quem os detêm*”. Além disso, quanto maior o reconhecimento de determinado conhecimento em uma sociedade, maior sua capacidade de “*conferir inteligibilidade ao seu passado e dar sentido e direção ao seu futuro*”. (idem, ibdem). Soma-se a isso o fato de que quanto maior o privilégio epistemológico de determinado conhecimento menos democraticamente ele será distribuído na sociedade. Para SANTOS (1987), os privilégios epistemológico e sociológico convergem num mesmo conhecimento e os questionamentos críticos sobre determinado conhecimento tendem a estar ligados a justificação ou contestação de seu impacto social.

Nesse sentido, o desenvolvimento e disseminação da ciência moderna, principalmente a partir do século XVII, teria se caracterizado como um novo começo, uma ruptura com o passado, uma revolução científica. Justamente pelo seu caráter transformador, sua significativa disseminação no mundo e sua pretensão de imunidade, o debate moderno sobre o conhecimento é distinto em relação aos debates dos séculos anteriores. A ciência moderna teria assumido a

postura de ter sido originada no mundo, porém de não ser feita do mundo (SANTOS, 1987, p.18).

Ainda sobre o paradigma da modernidade, cabe enfatizar aqui a valorização da racionalidade que viria influenciar tanto a reflexão sobre a constituição do ser humano quanto do conhecimento por ele produzido. Eis que o sujeito racional se debruçaria sobre seu objeto de estudo também racional, porém, sem com ele relacionar-se, de forma a estabelecer a suposta neutralidade de sua pesquisa.

Soma-se a isso a convergência entre o capitalismo emergente e o paradigma da modernidade, cuja combinação conformaria os parâmetros do paradigma moderno aos interesses da burguesia, o que facilitaria sua disseminação mundial (PLASTINO, 2001, p.24). Nesse sentido, o uso do paradigma moderno na simplificação do real e na realização de divisões e classificações que servissem para promover generalizações de caráter homogêneo sobre a realidade determinaria um novo papel para o conhecimento: “*dominar e controlar, primeiro a natureza, depois o homem e a sociedade*” (PLASTINO, 2001, p.24).

Uma crítica a respeito do cientificismo positivista característico da modernidade refere-se ao fato de somente através da ciência ser possível a obtenção de uma forma válida de conhecimento, o que constituiria uma pretensão de exclusividade que teria contribuído para o atual apego à dinâmica científica e tecnológica de nossa sociedade contemporânea (PLASTINO, 2001, p. 25).

Neste sentido, apresentarei brevemente as concepções de ciência formuladas por Descartes e Emmanuel Kant, dois autores modernos que contribuíram para a atual configuração da metodologia científica, além de Friedrich Nietzsche, considerado o pai da pós-modernidade. Muitos foram os autores modernos que contribuíram com a atual configuração do método científico, porém, considero que Descartes e Kant devem ser apresentados de maneira mais destacada em função das seguintes razões: Descartes foi o filósofo moderno que primeiro apresentou a idéia da razão como base de compreensão do mundo natural, enquanto Kant foi um dos principais responsáveis por enfatizar a necessidade de nos voltarmos para a empiria para reconhecer ou não a veracidade dos fatos.

2.1.1.

Descartes: a razão para compreender o mundo natural.

Antes de iniciar a reflexão sobre o pensamento de Descartes, é importante ressaltar o contexto no qual o filósofo estava inserido. Tratava-se do momento inicial do surgimento do paradigma moderno entre os séculos XVI e XVII, quando se refletia sobre novas formas de emancipar das amarras do escolasticismo até então vigente o ser humano e a sociedade da época.

Os filósofos antigos argumentavam que as coisas se localizavam no exterior, no cosmos. Descartes foi um dos filósofos que mais articulou a interiorização das coisas consideradas exteriores. Para Descartes o que importava era o indivíduo e não o coletivo, ao contrário dos gregos que privilegiavam a polis sobre o indivíduo. É necessário lembrar que tais idéias apresentam implicações políticas, já que foi nesse cenário que nasceram os direitos individuais, além da concepção de que a Lei Natural seria uma lei moral, em contraposição à Lei Positiva (do Estado). Nesse sentido, o sujeito do conhecimento era aquele capaz de produzir conhecimentos válidos. E seríamos capazes disso enquanto indivíduos racionais e reflexivos.

Surgem nesse cenário, três concepções do sujeito moderno, todos fundamentados na razão interiorizada ao indivíduo: sujeito epistêmico (conhecimento); sujeito moral (moralidade); sujeito político (de direitos).

Descartes desenvolveu o questionamento de “tudo”. O objetivo principal de sua dúvida seria colocar os conhecimentos sobre bases sólidas, já que nossos sentidos nos enganam. Refletir sobre si mesmo enquanto indivíduo para tentar descobrir o que é conhecimento ou não (DESCARTES, 2005, p. 35).

De acordo com as meditações cartesianas, somos seres pensantes e não almas, já que a alma é uma concepção do escolasticismo, que inclui desejos e paixões. Como, para Descartes, o ser que pensa é o mesmo que deseja, ambos estão articulados. É a articulação entre a parte animal e a parte racional. Enquanto ser pensante todo ser humano é igual, mas enquanto corpo toda a variedade é possível. As três concepções de sujeito estariam vinculadas, portanto, à razão do ser pensante, o que indicaria ser possível que todos desenvolvessem tais concepções. Nesse cenário, o conhecimento deixa de ser privilégio de alguns e

passa a ser capacidade de todos; a moralidade deixa de ser privilégio da religião e os direitos passam a ser inerentes a todos, daí o princípio de igualdade entre os seres humanos (DESCARTES, 2005, p.38).

Descartes pretendia buscar um conhecimento mais confiável do que o que havia aprendido em seus estudos com os jesuítas. Nesse processo, ele utilizou a matemática tanto como principal ferramenta de análise para “*representação da organização do real*” (PLASTINO, 2001, p. 26). As meditações foram uma tentativa de descrever aquilo que poderíamos ter certeza. Mais tarde, desenvolveu regras para orientar estes indivíduos sobre como formular conhecimentos confiáveis. Primeira certeza: eu existo (1ª Meditação). Segunda certeza: Deus existe. (3ª Meditação). Ambas são pensamentos sem influência do exterior (DESCARTES, 2005, p.29-56).

De acordo com Descartes, Deus fornece a razão e a razão fornece conhecimento confiável. Os ateus, portanto, não produziram conhecimento confiável. Outras certezas provenientes da razão seriam a extensão dos corpos, número, volume e peso (não precisam de evidências empíricas para ser consideradas verdadeiras). Isso mais tarde seria diferenciado por Kant, como juízos analíticos (a priori) e juízos sintéticos (só podemos decidir se é verdadeiro ou falso depois de irmos à empiria). Para Kant, a maioria dos conhecimentos teria uma parte sintética. A ciência, nesse caso, estaria mais próxima do juízo sintético, ou seja, exige uma comprovação.

Para Descartes, o modelo de ciência era a matemática e os juízos analíticos eram os mais importantes e os conhecimentos científicos se desenvolveriam a partir das observações provenientes dos sentidos, o que, segundo ele, é pouco eficiente já que os sentidos podem nos enganar. Descartes postula, portanto, que o processo de dedução é o mais seguro para o desenvolvimento de conhecimentos científicos confiáveis. De acordo com ele, o conhecimento científico nasce de axiomas referentes às naturezas simples (mínimo real) e devem ser claros e distintos (algumas coisas que vem dos sentidos podem ser parte destes axiomas). O método da dedução, a partir de objetos de natureza simples, clara e distinta, exigiria vigilância e menor trabalho da razão, já que bastaria ter certeza do último passo. Nesse sentido, o Discurso do Método serviria para expor mecanismos para resolver isso.

Ainda hoje a academia científica, local privilegiado de produção de conhecimento científico dito confiável, considera fundamental o rigor metodológico como pré-requisito para se conferir confiabilidade para os resultados obtidos. Quando se separa a alma do corpo, porém, cria-se um problema. Como o espírito tão abstrato consegue conceber algo tão oposto a si mesmo? Como a Filosofia Moderna se pergunta sobre o conhecimento do mundo se o corpo é separado do espírito? Descartes rompeu com o aristotelismo metafísico, mas não rompe totalmente com a idéia de conhecimento aristotélico. São os conhecimentos sobre a extensão (corpo) que se servirão, bem ou mal, dos sentidos e não os conhecimentos sobre “Eu existo” e “Deus existe”.

Conforme Descartes esclarece, a vontade de conhecer a verdade vem de Deus e se Deus não existisse não existiriam as idéias inatas. Além dessas, Deus também teria criado racionalmente as leis naturais. Logo, se podemos conhecer nossa consciência e nossa razão, podemos entender as leis da natureza e sermos capazes de raciocinar. Um ateu, portanto, só criaria pensamentos incompletos. Conhecer o mundo exterior seria possível desde que seguíssemos com rigor matemático os métodos do espírito (DESCARTES, 2008, p. 132).

Para Descartes a construção do conhecimento científico se daria da seguinte maneira: axiomas - dedução - conclusão, ou seja, o conhecimento científico é obtido conforme a lógica matemática. Se cada passo é verdadeiro, o último também será. A construção do conhecimento científico com ênfase neste método daria confiabilidade aos dados, pois estes devem ser reproduzíveis.

2.1.2.

Kant: a empiria e a veracidade dos fatos

Para se começar a pensar sobre a construção do conhecimento científico na perspectiva kantiana é preciso nos remeter rapidamente a David Hume. No início da modernidade, no século XVII, cada coisa era entendida como possuidora de uma razão suficiente. Hume diz que, mesmo em lógica, algo poderia ser diferente e introduz o ceticismo em relação aos conhecimentos. A construção do conhecimento não teria nada a ver com o mundo e sim com a capacidade

cognitiva inerente aos seres humanos. Immanuel Kant diz que Hume sacudiu seus sonhos dogmáticos.

Era, com efeito, pela análise das noções a priori do espírito, ou das idéias inatas, que o racionalismo de Descartes, de Leibniz e de Wolff pretendia atingir verdades absolutas e constituir uma metafísica. A crítica de Hume persuadiu Kant de que era necessário abandonar 'o velho dogmatismo carcomido' (Crítica da razão pura, A X; TP 6). (PASCAL, 2008, p.30).

Para Kant, construímos um mundo de aparências e podemos construir conhecimentos subjetivos sobre o mundo. Portanto, não podemos ter certezas sobre o mundo. Kant propõe, então, articular a razão e os sentidos na construção do conhecimento. Para ele, a metafísica da época estava indo além dos seus limites.

Kant dividiu a razão em três áreas: teórica, prática e estética, criticando os metafísicos por tentar gerar conhecimentos sobre o além. Para ele, só é possível gerar conhecimento sobre o mundo empírico (onde são realizadas as experiências). Só poderíamos, nesse caso, conhecer coisas concretas (aparências). A ciência não poderia estudar o além com nosso limitado aparato cognitivo. Logo, a ciência não poderia explicar o livre-arbítrio, a moralidade ou a existência de Deus, mas tão somente o mundo empírico. Seria intrínseco ao ser humano tentar sempre ir além, o que não deixaria de ser uma experiência humana válida, porém, inatingível para a ciência.

Kant separa entendimento de razão. Para ele, entendimento seria responsável pela cognição. Ele faz essa distinção para nos ajudar a compreender ambos os termos e delimitar aquilo que o ser humano pode conhecer (entendimento) daquilo que ele não pode conhecer, mas pode ter uma noção sobre (razão). Por exemplo, Deus não pode ser conhecido, mas podemos ter uma noção sobre ele através do uso da razão (metafísica).

Para Kant, a cognição dependeria de duas categorias: sensibilidade e entendimento. A primeira constituiria a faculdade que organiza o que vem através de nossos sentidos no espaço e no tempo. Já a segunda, tratar-se-ia de uma faculdade que organizaria o que vem da sensibilidade em conceitos/categorias. Através da junção da sensibilidade e do entendimento seria possível construir o conceito do objeto/fenômeno conhecido. As faculdades mencionadas anteriormente seriam a priori, ou seja, o que a mente humana traria consigo antes de conhecer. A sensibilidade ou sensorialidade é a realidade via os cinco sentidos.

Para Kant, mesmo sem podermos conhecer, a razão pura é até mais importante. A razão pura pode fornecer idéias puras (regulativas) que não se relacionam com os sentidos. Essas idéias puras seriam transcendentais. Por um lado, as faculdades constitutivas (entendimento) e, por outro, as regulativas (impõem os limites daquilo que podemos conhecer). São transcendentais também porque estão além do físico, já que permitem uma noção do que é metafísico (PASCAL, 2008, p.62).

Kant interrogou-se sobre as próprias possibilidades da razão, o que seria equivalente ao “*movimento socrático de retorno sobre si mesmo, e a preocupação de conhecer as próprias forças*” (PASCAL, 2008, p.32). Na Crítica à Razão Pura, Kant propõe a realização de um exame crítico da razão cujo objetivo era o de verificar os limites daquilo que a razão pode ou não fazer. Com isso ele demonstra preocupar-se em não dizer além do que poderia ser conhecido, partindo de uma reflexão sobre os conhecimentos racionais que possuímos para obter resposta precisa da própria natureza da razão.

A análise kantiana constituiu uma “mudança de método” e numa “revolução repentina” que condicionaram o êxito das ciências como a física e a matemática. A mudança de método consistiu na interrogação da natureza de acordo com as exigências da razão. Para PASCAL (2008, p.36), Kant foi o responsável pela passagem do método empírico ao racional, “*é a substituição, em teoria do conhecimento, de uma hipótese idealista à hipótese realista*”. Nesse sentido, o ato de conhecer deixaria de ser passivo (registro de uma realidade que nos é dada) para ser ativo (o indivíduo passa a elaborar o conhecimento e o real seria o resultado de uma construção).

O idealismo kantiano, por sua vez, ao contrário do idealismo clássico, enfatiza a necessidade da experiência na busca pela verdade e não somente a partir do uso das idéias do entendimento puro e da razão. “*Todo conhecimento das coisas, proveniente só do entendimento puro ou da razão pura, não passa de ilusão, só na experiência há verdade*” (PASCAL, 2008, p. 40).

Assim, para Kant, a razão seria por si mesma fonte de conhecimentos. O racionalismo kantiano, ao contrário do racionalismo cartesiano, afirma que a razão seria incapaz de atingir realidades outras que não as sensíveis e além dos objetos do mundo, nas quais os nossos conceitos não são aplicáveis (PASCAL, 2008, p.47).

2.1.3.

Nietzsche: é possível uma ciência para além da modernidade?

Ao longo de sua obra Nietzsche realizou uma investigação sobre as questões do conhecimento. Entretanto, ele não chegou a realizar uma elaboração do próprio conceito de ciências. A ele interessava mais promover uma crítica radical do conhecimento racional vigente desde Sócrates e Platão (MACHADO, 2002, p.6). Nietzsche recusava-se a criar uma teoria do conhecimento, pois acreditava que o problema da ciência não poderia ser resolvido dentro do seu próprio âmbito.

Em outras palavras, não tem sentido criticar a ciência em nome ou a partir da ciência visando a seu aperfeiçoamento, ao estabelecimento de uma verdade cada vez mais científica. A ciência, considerada pela primeira vez como problemática, suspeita, questionável, foi o problema novo, ‘terrível’ e ‘apavorante’ tematizado por Nietzsche. (MACHADO, 2002, p. 7).

Nietzsche, em sua investigação sobre as questões afins do conhecimento, acabaria por promover uma severa crítica ao conceito de verdade. Ele acreditava ser esta investigação sobre a verdade uma crítica a própria noção de verdade, até então objetivo evidente e primordial das ciências. Estas, por sua vez, tinham a verdade como um valor superior. Nietzsche, portanto, ao contrário de Kant e Descartes, não tinha por objetivo promover um conceito rigoroso e sistemático de verdade (MACHADO, 2002, p. 37).

Nietzsche procura articular a ciência com aspectos do exterior para tentar revelar as dimensões reais e os objetivos do projeto científico. Nesse sentido, este filósofo buscou explicitar os fundamentos morais da ciência ao mesmo tempo em que elevou a arte como alternativa ao uso da racionalidade. Ele traz a inovação de enfatizar a necessidade da subjetividade no tratamento da realidade, ao contrário de Kant e Descartes que seriam incapazes de dissociar a razão do processo de análise do real.

Nietzsche acusa a ciência, ou o conhecimento racional, de ser pretensiosa ao promover uma dicotomia total de valores como, por exemplo, entre a verdade e erro. Para Nietzsche, a era da razão nascida com Sócrates e Platão, da qual se criou o “espírito científico” teve como base a repressão da arte trágica da Grécia.

Com isso, instintos estéticos até então presentes na Grécia Clássica teriam sido desvalorizados pela razão, “*a sabedoria instintiva reprimida pelo saber racional*” (MACHADO, 2002, p.40).

Nietzsche não só propõe uma ciência de caráter subjetivo como afirma ser este proveniente da moral presente em todos os seres humanos. Nesse sentido, a moral seria aquilo que conferiria valor e até sentido ao conhecimento. Haveria, portanto, um parentesco profundo entre moral e ciência. “*A ciência não está isenta de juízos de valor; mais ainda: é a moral que dá valor à ciência*” (MACHADO, 2002, p.80-87). A ciência seria, portanto, antagônica em relação à arte e contínua em relação à moral.

Dessa forma, muitos autores acabam por considerar as contribuições nietzschianas como precursoras e promotoras de um novo período na história do conhecimento científico, marcado, principalmente, pela desconstrução da noção de infalibilidade do conhecimento. Este momento seria conhecido como o início da pós-modernidade.

2.2.

O conhecimento científico e a transição paradigmática

Vimos até o momento a visão isolada de dois autores característicos da modernidade e um autor conhecido por romper com essa perspectiva. Descartes baseava sua percepção de conhecimento científico num modelo matemático, que para reduzir a incidência de erros desconsiderava a percepção sensorial. Kant sugeria um método que interrogasse a natureza de acordo com as exigências da razão em busca da verdade a partir da experimentação.

No entanto, outros autores também tiveram significativas contribuições acerca das modificações de percepções sobre o próprio conhecimento científico. A exemplo, disso pode ser citado Galileu Galilei, cujas experimentações matemáticas derrubaram a concepção heliocêntrica de Copérnico. Galileu reuniu a observação, a razão e a experiência na interpretação de fenômenos físicos. Francis Bacon, por sua vez, contribuiu para a constituição das bases doutrinárias da ciência moderna, a partir de suas considerações sobre a necessidade de se manter

isolados observador e objeto além de admitir a experimentação como única metodologia válida para se estudar a natureza (BORGES, 1996, p.22).

Vale a pena destacar brevemente a atuação de alguns autores da modernidade na evolução da constituição do conhecimento científico ao longo dos séculos, tais como Bacon, Popper, Bachelard, Hanson, Kuhn e Feyerabend. O que hoje conhecemos como o método científico escolar, ou seja, aquele que sintetiza os preceitos da ciência moderna e é ensinado como “o” método científico nas escolas possui significativa contribuição do pensamento de Francis Bacon. Este autor, conhecido por desenvolver a visão empírica do mundo, acreditava que o conhecimento científico se constituiria a partir da observação através da indução, ou seja, do particular para o geral, dos fatos às teorias. Sua metodologia baseava-se na coleta de informações sobre o fenômeno a ser observado, na sua sistematização e na sua análise em busca de similaridades e recorrências. Essa metodologia pode ser observada no método científico tradicional desde o século XVII até o século XX.

Críticos, como David Hume, já contestavam o método indutivo, uma vez que considerava a repetição sistemática e regular de um fenômeno não implicaria na sua ocorrência no futuro. Entretanto, apesar de críticas ao modelo empirista-indutivista de Bacon, Hume também contribuiu para fortalecer o empirismo, já que acreditava que somente a através da experiência seria possível estabelecer leis naturais.

Segundo BORGES (1996, p.23), o empirismo e a indução teriam contribuído para constituir as bases para o positivismo no início do século XX. O conhecimento científico sob uma perspectiva positivista se apresentaria com as seguintes características: objetivo, confiável, metódico, preciso, perfectível, progressivo, cumulativo, desinteressado, impessoal, útil, necessário, racional, empírico, hipotético, explicativo e prospectivo, uma vez que possui a capacidade de antecipar ou prever fatos. Tal perspectiva teria elaborado uma visão idealizada do conhecimento científico, através do estabelecimento dos “*passos do método experimental*”: observação dos fatos, formulação de hipóteses, experimentação e estabelecimento de leis.

O positivismo lógico representa, assim, o apogeu da dogmatização da ciência, isto é, de uma concepção de ciência que vê nesta o aparelho privilegiado da representação de mundo, sem outros fundamentos que não as proposições básicas sobre a coincidência entre a linguagem unívoca da ciência e a experiência ou

observação imediata, sem outros limites que não os que resultam do estágio de desenvolvimento dos instrumentos experimentais ou lógico-dedutivos. (SANTOS, 1989, p.22)

Karl Popper, por sua vez, foi um dos primeiros críticos ao positivismo. Sua ação era contrária à indução, porém, favorável ao caráter racional da metodologia científica. Entretanto, ao promover uma saída para o “*problema de Hume*” através do critério da falsificabilidade, Popper acabara contribuindo com o positivismo. A falsificabilidade, e não a verificabilidade, como condição lógica das proposições científicas, fora uma das alterações propostas por Popper que contrariava aquilo outrora pretendido (SANTOS, 1989, p.23). Tal critério assumia que, embora seja impossível demonstrar a veracidade de algo através de generalizações empíricas, é possível, às vezes, demonstrar sua falsidade. Sua principal contribuição fora a substituição do método científico tradicional pelo método hipotético-dedutivo, cujas bases encontram-se na elaboração de hipóteses para a análise de um problema. Cabe ressaltar que tais hipóteses ainda teriam que ser submetidas a critérios lógicos e empíricos, com o intuito de se deduzir delas conseqüências na tentativa de procurar refutá-las. O critério de falsificabilidade proposto por Popper demarcaria aquilo que é ciência daquilo que não é, o que preservaria o caráter racional de uma pesquisa (BORGES, 1996, p.26).

Gaston Bachelard, em o *Étude sur l'Évolution d'un Problème de Physique, la Propagation Thermique dans les solides* (1928) e *Le Nouvel Esprit Scientifique* (1934), daria início ao que atualmente é denominado de racionalismo dialético. Defendia a tese da filosofia do inexato, na qual nem tudo que se conhece pode ser medido, além de ser contrária a tendência de se fragmentar a realidade ao estudá-la. Para Bachelard, a ciência não acumula inovações e sim as sistematiza e as coordena. Além disso, a ciência não descobriria nada e sim sistematizaria melhor a realidade num processo de modificação contínua de atos epistemológicos (BORGES, 1986, p.29).

Já na década de 50, Norwood Russel Hanson afirmava ser impossível se dissociar observação e interpretação sem correr o risco de promover uma descaracterização de ambas. Hanson contestou a pretensa objetividade da observação científica. Ele acreditava que o ato de observar carregava automaticamente consigo o ato de interpretar. Sua visão de ciência negava a observação de fenômenos naturais como fotografias da natureza. Assim, assumia

que quaisquer observações dos fenômenos estariam impregnadas de teorias já que “*ver a mesma coisa significa partilhar conhecimentos, teorias e conjecturas, acerca de X*” (HANSON, 1975, p.136).

Para Thomas Kuhn, os cientistas tendem a mesma visão de mundo, ou seja, compartilham o mesmo paradigma. Para este autor, “*a substituição de um paradigma por outro se assemelhava a uma ‘conversão religiosa’, ou a uma mudança gestáltica, possibilitada pela propaganda e pela capacidade de persuasão de uma determinada comunidade científica*” (WORTMANN, 2005, p. 150). Kuhn classifica os períodos de crise que intercalam os períodos de ciência normal como “*revoluções científicas*” (KUHN, 1978, p.125). Dessa maneira, quando os cientistas se deparam com fenômenos incapazes de serem justificados pelos critérios existentes na ciência normal se constituiria um período de revolução onde os cientistas deslocariam seus esforços para solucionar determinados problemas com novas teorias. Tal visão kuhniana seria, segundo SANTOS (1989), uma perspectiva de crise de crescimento e não de degenerescência da ciência moderna. Para SANTOS (1989, p.19), o que vivenciamos hoje no início do século XIX trata-se de uma crise de degenerescência da ciência moderna “*e que ela determina o tipo de reflexão epistemológica a ser privilegiado. A crise da ciência é, assim, também crise da epistemologia*”.

Podemos perceber, em vista da pluralidade de teorias integradas e abolidas no interior das comunidades científicas ao longo dos séculos, que cada teoria construída está impregnada pelos paradigmas vigentes e estes, por sua vez, são condicionados pelas culturas nas quais estão imersos os cientistas. A partir da análise de diferentes visões de mundo de cientistas como Popper, Bachelard, Kuhn, Feyerabend dentre outros, percebe-se que as diversas abordagens sob as quais é possível se estudar o desenvolvimento da história das ciências e das concepções sobre o conhecimento científico correspondem a visões de mundo historicamente construídas. Isso, por sua vez, possibilita a análise dos processos sócio-históricos de produção das teorias científicas a partir de uma análise externalista.

Dentro deste debate epistemológico podemos verificar, a princípio, um “*internalismo*”, voltado para os debates internos nas ciências entre seus pares e uma visão “*externalista*” a respeito das ciências, a qual destaca a influência de

fatores sociais, políticos, econômicos e religiosos na análise do desenvolvimento histórico do conhecimento científico (BORGES, 1996, p.47; SILVA, 2006, p.237).

Verifica-se hoje uma tentativa de integração dessas visões em virtude da necessidade de se promover uma inter-relação entre as diversas ciências, sendo suas teorias percebidas tanto como produtos de trabalhos intelectuais quanto produtos de uma realidade plural. Nesse sentido, o uso de uma análise externalista agregada a uma internalista permitiria a sobreposição da história das ciências e da história das culturas nas quais se desenvolve.

Ao agregarmos à essas diversas percepções de ciência e de conhecimento científico mencionadas anteriormente, as atuais críticas pós-modernas, verifica-se a necessidade de aprofundarmos as pesquisas acerca da forma com que essas mudanças paradigmáticas estariam se refletindo tanto no currículo de ciências quanto nas próprias visões sobre o conhecimento científico de professores de ciência.

2.3.

Sobre a sociedade do conhecimento e o paradigma emergente

SANTOS (2006, p.48) defende que a sociedade do conhecimento se desenvolveu no final do século XX, ainda fortemente marcada pelo caráter moderno da ciência:

A sociedade de conhecimento que daí emergiu é uma sociedade de conhecimento científico-tecnológico (a tecnociência) cada vez mais vinculada à produção e, portanto, à lógica da produção, isto é, à lógica da competição e do mercado. Esta vinculação aprofundou-se com o modelo de capitalismo neoliberal que veio a dominar nas três últimas décadas.

O modelo de sociedade do conhecimento consistiu e consiste na tentativa de se passar rapidamente as condições de economia para uma sociedade de mercado, a partir da submissão de um conjunto cada vez mais amplo de interações às leis e à lógica dos interesses privados. Sob essa perspectiva de mercado, a sociedade do conhecimento, assim como a própria ciência, sofreu significativa influência. Teria sido a confiança epistemológica da ciência moderna uma condição essencial para permitir sua aplicabilidade pelo mercado e alavancar o

positivismo, uma vez que, renegaria e desencorajaria todo e qualquer debate que questionasse as verdades “*objetivas*” da ciência (SANTOS, 2006, p.49).

Em contrapartida, outro movimento, caracterizado pelos estudos sociais e culturais de ciência, desenvolveu-se em tensão com a ciência moderna nas últimas décadas. Estes estudos, mesmo não participando de debates epistemológicos, faziam-se presente devido ao efeito do neoliberalismo sobre as ciências sociais.

o objetivo de assegurar a transição acelerada e a nível global da economia de mercado para a sociedade de mercado criou uma enorme pressão – ampla no seu âmbito e intensa no seu ritmo – para a produção de conhecimentos-receita, capazes de reduzir a grande complexidade das interações sociais e indicadores quantificáveis de factores susceptíveis de serem controlados e manipulados pela nova engenharia institucional global (os novos papéis do Banco Mundial e do Fundo Monetário Internacional, a Organização Mundial do Comércio, as integrações regionais como a União Europeia ou o NAFTA) (SANTOS, 2006, p.49).

Dessa maneira, SANTOS (2006, p.19) propõe que os debates atuais que configuram as “guerras da ciência” abordam as questões sobre a “*natureza e validade do conhecimento que produz e legitima as transformações do mundo através da ciência*”. SANTOS (2006) afirma ainda que, a partir da década de 90, emergiram debates que tinham por objetivo expor a incapacidade da ciência de produzir um conhecimento verdadeiro e objetivo sobre o mundo. Novas reflexões sobre os perigos, as incertezas e os impactos negativos da ciência sobre saúde, ambiente e segurança foram tomados como sendo de carácter pós-moderno, cujo objetivo consistiria em hostilizar a ciência moderna.

Para muitos autores, as ditas correntes “anticiência” estariam promovendo a corrosão da razão, da verdade e da objetividade. No entanto, SANTOS (2006) mostra que os debates sobre a constituição do conhecimento científico se deram, principalmente, dentro da academia, mais significativamente entre cientistas. Além disso, ele aponta a crise do positivismo e realismo científicos concomitantemente com a inserção de novos temas como complexidade e incerteza, como próprios das teorias científicas. Para esse autor, estamos vivendo um período de transição no qual está emergindo uma tendência a se estimular o diálogo ao invés de confrontos entre autores modernos e pós-modernos. Para SANTOS (2006, p.24), o auge das guerras da ciência em meados da década de 90 teriam tido motivações mais políticas e culturais do que científicas.

no fundo, o que esteve em causa foram diferentes concepções quanto ao papel da ciência e das diferentes concepções de ciência na transformação política da

sociedade; foram também diferenças sobre o impacto dessas concepções no financiamento público da ciência, sobretudo quando se trata de financiamentos muito avultados, como os que são exigidos pela Big Science, e foram ainda visões antagônicas sobre o significado da diversidade cultural e, portanto, do reconhecimento do multiculturalismo no ensino superior.

Corroboro essa perspectiva porque além de promover a auto-reflexão da ciência e dos cientistas sobre as bases epistemológicas do conhecimento científico, também serviram para esclarecer que tais diferenças epistemológicas estariam articuladas com diferenças culturais e políticas de seus atores. Logo, tais guerras teriam aumentado o conhecimento acerca da diversidade de pontos de vista sobre a relação entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento. No entanto, é importante ressaltar que a tese a qual venho apoiar está vinculada à promoção de modos alternativos de produção de conhecimento e não ao movimento “*anticiência*” característico das “*guerras da ciência*” (SANTOS, 2006, p.67).

SANTOS (1987, p.61) defende a necessidade de definirmos a relevância de outros modos de conhecimento e não simplesmente desqualificarmos a ciência moderna em relação a estes. Além disso, urge a necessidade de retirar da ciência a sua capacidade de recusar outras formas de conhecimento ou de experiência, os quais não atuariam de maneira relevante sob a ótica do conhecimento científico. Conforme SANTOS (2006, p.62), a modernidade teria nos legado duas principais formas de conhecimento: o conhecimento-regulação e o conhecimento-emancipação.

O primeiro encara a diversidade de modos de conhecer e de intervir no mundo como os sintomas de um caos, feito de irracionalidade e de noções pré-científicas ou abertamente hostis à ciência, que só o triunfo da racionalidade que esta protagoniza poderá transformar em ordem. Para o segundo, a pretensão da ciência e da racionalidade científica de legislar sobre as outras formas de conhecimento e experiência corresponde a uma situação de colonialismo, feito de marginalização, descrédito ou liquidação do que não possa ser reduzido aos imperativos da ordem racionalizadora.

Fica claro, portanto, a necessidade de desenvolvermos um diálogo entre as diferentes formas de conhecimento “*sem desqualificação mútua*” (NUNES, 2006, p.62) neste período de transição paradigmática em que vivemos. Nunes (2006) expõe a descentralização a que submetera o texto original de Boaventura de Souza Santos. Dentre as modificações encontradas, verifica-se a ênfase de se considerar novos contextos como os dos colonialismos, do multiculturalismo e da

constatação das diversas formas de conhecimento presentes na compreensão histórica das ciências modernas através dos processos de globalização em curso desde as últimas décadas do século XX. Sob essa perspectiva, tratou-se de se considerar as condições sob as quais são desenvolvidos os diferentes modos de conhecimento, assim como se estimulou a não redução das formas de conhecimento a um único conhecimento científico ou formal apoiado por instituições acadêmicas ou científicas.

Dessa maneira, devemos ter claro que o tripé “*ciência, tecnologia e sociedade*” são indissociáveis e estão localizados em sua interseção nas próprias ciências modernas. Conseqüentemente, os processos de construção do conhecimento seriam sempre de co-construção. Essa perspectiva está, portanto, de acordo com SANTOS (1987, p.37) quando este afirma que “*todo o conhecimento científico-natural é científico-social*”. Esta tese, por sua vez, faz parte de um conjunto de teses apresentadas pelo autor. SANTOS (1987) apresentara o paradigma emergente através das seguintes teses: (1) todo o conhecimento científico-natural é científico-social; (2) todo o conhecimento é local e total; (3) todo o conhecimento é auto-conhecimento e; (4) todo o conhecimento científico visa constituir-se em senso comum.

Sobre a segunda tese enunciada, SANTOS (1987) propõe que, ao contrário da dicotomia entre sujeito e objeto, característica do pensamento moderno, o paradigma emergente estaria se prestando a aproximar sujeito e objeto inclusive devido aos próprios avanços da física, da biologia e da tecnologia que, ao explorarem a natureza, exploravam o próprio ser humano. Conforme SANTOS (1987, p.52), “*a ciência não descobre, cria, e o acto criativo protagonizado por cada cientista e pela comunidade científica no seu conjunto tem de se conhecer intimamente antes que conheça o que com ele se conhece do real*”.

Nesse sentido, verifica-se um movimento de reintegração dos juízos de valor, dos sistemas de crenças e dos pressupostos metafísicos até então expropriados pela ciência moderna. De acordo com o paradigma emergente, a ciência moderna fora de extrema importância para o desenvolvimento de um conhecimento funcional do mundo, porém, as incertezas outrora encaradas como limitações tornam-se essenciais para o desenvolvimento de uma perspectiva de mundo mais ativa do que contemplativa. Esse processo, por sua vez, contribuiria para fortalecer a aproximação dos sujeitos com os objetos. Enquanto a ciência

moderna teria avançado através de seu caráter reducionista e fragmentador do conhecimento, o paradigma emergente parece assumir um caráter multidimensional de totalidade além de localidade, baseadas numa fragmentação temática e não disciplinar do conhecimento, estimulando transgressões metodológicas relacionadas à constituição do conhecimento (SANTOS, 1987).

Finalmente, conforme explicitado na quarta e última tese desenvolvida por SANTOS (1987), a ciência pós-moderna proporia a existência de um diálogo entre as formas de conhecimento existentes, com ênfase na assimilação e reabilitação do senso comum, o qual interpenetrado pelo conhecimento científico poderia originar o desenvolvimento de um novo tipo de racionalidade. SANTOS (1987, p.57) reafirma sua posição quando argumenta que “*tal como Descartes, no limiar da ciência moderna, exerceu a dúvida em vez de a sofrer, nós, no limiar da ciência pós-moderna, devemos exercer a insegurança em vez de a sofrer*”.

NUNES (2006, p.71), por sua vez, descreve o cenário dos últimos anos desde a produção do texto *Um Discurso sobre as Ciências*, de Boaventura de Sousa Santos, como promotor de iniciativas que visavam a disseminação de uma “*cidadania científica*”, “*democracia técnica*”, “*compreensão pública da ciência*” ou “*promoção da cultura científica*”. Este autor afirma ainda que as “*novas ciências*” ou “*ciências da complexidade*” que caracterizavam o paradigma emergente na segunda metade da década de 80 teriam trazido duas grandes conseqüências: a primeira se referia a reformulação radical do debate epistemológico, o qual passara a integrar temas como heterogeneidade e complexidade constitutiva do real, modos de participação do investigador no processo de construção do conhecimento e as preocupações e temas “*transversais*” tanto às ciências naturais quanto às sociais e às humanidades. Já a segunda estaria voltada para o novo enfoque sobre a diversidade de formas de conhecimento, inclusive de saberes rotulados como “*não-científicos*” e a relação democrática e de reconhecimento mútuo entre elas (NUNES, 2006, p.77).

2.4. A educação científica escolar

Consideradas as principais características sobre o debate em torno do conhecimento científico, é preciso, de acordo com a proposta desta pesquisa,

entendê-las no âmbito escolar. A escola ainda é considerada a principal instância de “transmissão” do conjunto de conhecimentos científicos “válidos”, principalmente, em função do caráter “objetivo” e “neutro” deste tipo de conhecimento que se julga apto a descrever fielmente os fenômenos naturais a partir de critérios experimentais reprodutíveis, conforme herança da modernidade.

Apesar de vivenciarmos um período de transição paradigmática da modernidade para a pós-modernidade, a metodologia científica moderna ainda impera em várias instâncias do conhecimento, desde a produção até a transmissão deste no ambiente escolar. Pesquisas no campo da didática das ciências, tais como HARRES (2002) e RYAN E AIKENHEAD (1992), enfatizam a necessidade de se aperfeiçoar a metodologia de ensino destes conhecimentos para que não se deteriore ao logo da passagem da condição de conhecimento científico acadêmico para conhecimento escolar, o que mostra a presença desta ideologia ainda nas instâncias mais altas de ensino.

Vale destacar ainda que neste momento de transição paradigmática outras questões tratam não somente da validade do conhecimento científico mas também do contexto sócio-cultural em que esse conhecimento foi produzido e quais grupos sociais ficaram a margem deste. Dessa forma, está presente como pano de fundo das questões multiculturais a questão do reconhecimento do outro, sendo esta a principal barreira para o desenvolvimento de propostas efetivamente universais e capazes de integrar as reivindicações dos diversos grupos. O real reconhecimento do outro, por sua vez, extinguiria a possibilidade de criação de propostas meramente assistencialistas.

Estamos, portanto, imersos num período de transição paradigmática, cujo cenário está marcado pela substituição de uma perspectiva simplista do real para uma perspectiva da complexidade. Faz-se necessário, portanto, a realização de estudos que averiguem de quais maneiras esta transição paradigmática está ocorrendo e como os atores responsáveis pela transposição didática dos conhecimentos selecionados pela cultura hegemônica percebem tal transição.

Desde a década de 70, houve um aumento de estudos que tratavam do modo de desenvolvimento da educação científica escolar a partir da análise das concepções alternativas ou prévias dos alunos (HARRES, 2002; RYAN E AIKENHEAD, 1992). Conforme BORGES (1996, p.54), essas pesquisas

demonstram convergências quanto às características básicas das idéias prévias dos alunos:

apresentam certa coerência interna; são comuns a alunos de diversos meios e idades; assemelham-se, às vezes, a concepções aceitas em determinados períodos da História das Ciências; são persistentes, dificilmente substituíveis pela educação escolar.

GIL-PÉREZ (1986) e ZYLBERSZTAJN (1983) são exemplos de autores que buscaram desenvolver novas estratégias de ensino-aprendizagem que permitissem aos professores de ciências identificar as concepções prévias dos alunos e trabalhar sobre elas. ZYLBERSZTAJN (1983) destaca ainda a importância de se valorizar as concepções dos alunos, após estas terem sido identificadas. Em contrapartida, os resultados dessas pesquisas ou apresentam dificuldades de alcançar os professores da educação básica e média ou apresentam dificuldades para estes professores de colocá-las em prática (BORGES, 1996, p.56).

MOREIRA (1999, p. 89) propõe a distinção entre conhecimento cultural e conhecimento escolar como uma ferramenta na tentativa de se aprender a utilizar os conhecimentos prévios dos alunos. O conhecimento cultural seria considerado aquele utilizado pelas pessoas para produzir e interpretar os conhecimentos sociais, de modo que os atores utilizariam a gramática para organizar e gerar seu conhecimento cultural. O desafio dos professores seria justamente analisar o conhecimento cultural dos alunos e articulá-lo com o conhecimento escolar. Para tal, seria necessário que estes professores já tivessem trabalhado seus próprios preconceitos e estereótipos. Uma das atividades que poderia contribuir para auxiliar os professores a torná-los mais sensíveis à diversidade em sala de aula e, conseqüentemente, estimulá-los a desenvolver práticas não coercitivas, seria o uso de autobiografias e narrativas pessoais (MOREIRA, 1999, p. 88). Outra possibilidade seria o estímulo aos professores de participarem diretamente com projetos comunitários. Isso porque o conhecimento teórico de diferentes culturas não seria condição única para garantir que tais professores estejam aptos a ensinar crianças provenientes dessas culturas. Além disso, MOREIRA (1999) e CANEN (1997) acrescentam que as propostas de formação de professores menos preconceituosas necessitam orientar os docentes a trabalharem tanto com alunos de grupos oprimidos quanto de grupos dominantes.

Dessa maneira, isso transcenderia o simples objetivo de igualdade educacional para se buscar a formação de novas gerações que considerem a pluralidade etnocultural como fator essencial de enriquecimento social. Para alcançar este objetivo seria necessário o rompimento dos preconceitos associados ao gênero, à classe social, à raça, à sexualidade, entre outros. Seria fundamental, portanto, identificar professores reflexivos e culturalmente comprometidos, ou seja, capazes de analisar criticamente sua prática além de conscientizar seus alunos sobre a diversidade sócio-cultural existente e sobre as relações de poder presentes na construção dessa diversidade. De acordo com CANEN (1997) isso se constituiria numa conscientização cultural do docente.

Acredito que há formas de colaborar para tornar mais eficaz a apropriação dos resultados de pesquisas sobre ensino de ciências pelos próprios professores de ciência. Nesta perspectiva, é necessário conhecer quais são as concepções prévias dos professores acerca da constituição do conhecimento científico e como estas são influenciadas pelos paradigmas vigentes. Tal constatação é corroborada por BORGES (1996, p.56) em sua análise sobre as concepções de ciência de professores da educação básica:

Este estudo mostrou a necessidade de mais pesquisas quanto às concepções dos professores sobre as ciências e a natureza do mundo, sobre o modo como tais idéias se manifestam na sua atuação em sala de aula e sobre a influência na aprendizagem dos alunos.

Diante deste cenário, caberia perguntar: qual modelo científico prevalece na concepção de indivíduos que buscam lecionar ciências da natureza? Como a sua proximidade com o paradigma da pós-modernidade estaria modificando sua metodologia e sua didática em sala de aula? Estes são alguns dos questionamentos que demonstram a importância de se averiguar na prática como está ocorrendo essa transição paradigmática da ciência.

A fim de tentar começar a responder tal questionamento, TORRES e BADILLO (2007, p.89) propõe que consideremos a história das ciências como um problema epistemológico e didático. Aponta ainda a importância de se constatar como as ciências da natureza tornam-se visíveis a sociedade, seja através da presença de artefatos tecnológicos no mercado de consumo, seja através das intenções do sistema educativo e da formação continuada de professores de ciências.

Algumas pesquisas mostram professores que ainda se limitam a apresentar aos alunos o alfabeto científico descontextualizado: tanto das realidades dos educandos (SANTOS, 2007) quanto da própria natureza da ciência (LOPES, 1997). A didática das ciências sob esta ótica estaria cada vez mais limitada a um caráter meramente metodológico e conteudista, o que estaria, por sua vez, reforçando a perspectiva moderna de uma ciência neutra, objetiva e sistemática. É necessário compreender, portanto, como os contextos culturais, sociais, econômicos e políticos são capazes de influenciar a dinâmica do sistema educativo, neste caso, através da construção de concepções de ciência nas gerações que se seguem.