

Repensando o ensino de Ciências a partir de novas histórias da ciência

Russel Teres inha Dutra da Rosa

Introdução

O presente trabalho tem a intenção de contribuir para a construção de alguns critérios para análise e seleção de conteúdos e de metodologias para a área de Ciências. Parte-se de alguns subsídios teóricos e históricos para, então, repensar e resignificar algumas abordagens do ensino dessa área.

Neste texto, procura-se discutir os processos de ensino nas escolas, frente aos processos históricos de produção de conhecimento científico e de divulgação desse conhecimento, nas sociedades, através dos currículos escolares, dos livros didáticos de Ciências e dos meios de comunicação de massa.

A reflexão sobre o currículo escolar, na área de Ciências, é desenvolvida através da problematização dos processos de seleção de conteúdos, de metodologias e do uso de metáforas nas explicações científicas. Tal problematização é realizada por considerar-se a organização curricular como elemento constitutivo das relações que se estabelecem nas instituições educativas. São destacados aspectos tais como a homogeneidade e a fragmentação das informações presentes nos currículos, além da parcialidade de suas propostas, que não são neutras e nem tampouco consensuais frente à diversidade de alunos e professores das diferentes regiões brasileiras. Considera-se o fato desse currículo homogêneo, destinado a populações heterogêneas, contribuir para a exclusão de muitos segmentos da sociedade (Moreira e Silva, 1995 e Moreira, 1995).

São, ainda, debatidas as relações possíveis entre os saberes alternativos de alunos e professores, ditos de senso comum, e o conhecimento científico e a importância de se considerar ambos no Ensino de Ciências. As pesquisas nessa área têm demonstrado a necessidade de criarmos situações para que os estudantes

expressem suas representações sobre as temáticas que pretendemos ensinar, de modo que possamos problematizar suas concepções. É a partir dos problemas e interesses de nossos estudantes que podemos integrar novas informações e conceitos, ampliando aquelas visões iniciais. A escola, geralmente por desconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes, simplesmente justapõe novas informações às preexistentes sem chegar a transformá-las. O uso de nomenclatura técnica, por exemplo, pode encobrir campos conceituais desconhecidos de nossos alunos, impedindo a integração das novas explicações às estruturas explicativas preexistentes. Como professores, temos o desafio de criar situações limites para as explicações de nossos alunos, quando as consideramos insuficientes, de forma a construir um clima favorável à busca de novas informações. (Giordan, 1996).

Contribuições de "novas" histórias da ciência

A história da ciência pode, nessa perspectiva, alertar-nos para diferentes formas de ver e explicar o mundo. Podemos procurar, na história, representações alternativas às explicações científicas válidas atualmente e, assim, tomarmo-nos atentos para formas alternativas de pensamento de nossos alunos. Na história da ciência, também podemos encontrar problemas ou situações intrigantes para desenvolver em sala de aula. Além disso, a história da ciência revela a persistência de determinadas representações, durante longos períodos de tempo, e as rupturas ocorridas no processo de produção de conhecimentos sobre o mundo (Bizzo, 1992).

Uma visão histórica também nos permite verificar a provisoriedade das verdades científicas. Embora não acreditemos que cada indivíduo reproduza a história da ciência ao elaborar suas visões de mundo, sabemos que as construções individuais também são feitas de representações estáveis e persistentes, mas, muitas vezes, diferentes do conhecimento hoje válido cientificamente. Pode-se, então, passar a buscar, na sala de aula, aproximações progressivas do conhecimento, hoje válido, e necessariamente provisório.

A partir de dessa abordagem, as ideias de certo e errado são relativizadas. O erro

dos alunos passa a ser fonte de reflexão para o professor, podendo indicar a existência de algum tipo de obstáculo epistemológico para a compreensão de noções científicas que estão sendo ensinadas (Davis e Espósito, 1990).

Um outro aspecto a ser considerado quando ensinamos Ciências nas escolas é o fato desse conhecimento ser o produto de transposições e de simplificações dos debates científicos, travados nos campos acadêmicos ou produtivos. Portanto, as informações científicas que pretendemos ensinar são formas distantes do conhecimento científico válido atualmente. O certo escolar pode ser, nessa perspectiva, considerado apenas como uma aproximação das verdades científicas.

Conhecer e analisar alguns processos históricos de constituição de teorias científicas também permite aos professores e aos estudantes manipular alguns dos instrumentos do processo de produção de conhecimentos, tais como: construir problemas de investigação; criar explicações hipotéticas; testar essas hipóteses; buscar informações adicionais através de consulta a fontes bibliográficas; situar-se em relação às novas informações; fazer previsões; criar situações experimentais; observar regularidades e discrepâncias; descrever fenômenos naturais; comparar os dados observados com os dados da literatura; coordenar conceitos de diferentes disciplinas; integrar diferentes informações; escolher critérios de classificação; tomar decisões; justificar; construir relações entre fatos, fenômenos e leituras; construir ou completar modelos e esquemas explicativos; emitir opiniões; confrontar-se com outras opiniões; divulgar conhecimentos; encontrar argumentos para defender as próprias ideias; aplicar os novos conhecimentos a situações ou a problemas novos, etc...

Cabe, aqui, destacar que a História da ciência a que nos referimos não é aquele tradicional conjunto de datas e de autores isolados, apresentada num sentido *melhorista, através das noções de progresso e de superação*, consideradas como inerentes à sucessão cronológica de fatos e eventos (Veiga-Neto, 1996). Não é uma coletânea de grandes nomes de cientistas e de inventores. A História da ciência, que tem possibilidades em contribuir para repensarmos o Ensino de Ciências, é uma história complexa das ideias em seus contextos sócio-culturais, políticos e econômicos de produção. É, na verdade, uma nova história recontada a partir de diferentes

perspectivas e de autores pertencentes a diferentes grupos sociais: é a história, por exemplo, das contribuições teórico-práticas dos povos árabes¹, dos povos pré-colombianos², dos povos negros³, das mulheres⁴ e etc, para a constituição das Ciências modernas.

A descrição do tempo, do espaço e das condições político-sociais, em que aparecem determinadas explicações científicas, nos permite não só entender com maior profundidade a lógica daquelas visões de mundo, mas também refletir sobre as condições sociais de produção das teorias contemporâneas. Por exemplo, quando pensamos no sistema de classificação da natureza em reinos e classes, ainda hoje válido, e nos reportamos para o período histórico de constituição dessa visão de natureza, nos damos conta de que as sociedades estavam circunscritas e separadas em reinos e classes sociais, serviam aos reinos e não podiam abandonar seus reinos e classes de origem. Essa era uma sociedade estática, quase sem fluxos entre classes, sem maiores possibilidades de transformação.

Quando nos pomos a refletir sobre a constituição histórica da realidade, temos chances de participar mais ativamente da produção de nossa história e mais, temos alguma chance de imaginar outras realidades. A história está repleta de alternativas que não chegaram a se concretizar e que podem nos fazer repensar a repetição de nosso presente (Santos, 1996).

Algumas (re)significações possíveis

Para um ensino de Ciências que considere a natureza dos processos históricos de produção de conhecimentos científicos, é necessário repensar os conteúdos hoje propostos pelos currículos escolares e pelos livros didáticos. Além disso, pelo fato de dispormos de um grande volume de informações novas e que se tornam disponíveis no espaço da mídia, por exemplo, precisamos realizar uma seleção das prioridades. Quais critérios podem orientar a seleção necessária dos conteúdos escolares?

¹ Ver PINHEIRO, Amálio (1997)

² Ver CHASSOT, Attico I. (1997)

³ Ver KING, Joyce E. (1996)

⁴ Ver SCOT, Joan. (1995)

Quando nos ocupamos de temáticas, de interesse de nossos estudantes e/ou emergentes na mídia, nos defrontamos com a necessidade de transpor as fronteiras disciplinares em que está organizado o currículo escolar. O recorte permitido por nossa área de estudos oferece um fragmento isolado de realidade a quem aprende. Esse ensino precisa, então, apoiar-se em outras áreas de conhecimento para situar suas temáticas em contextos sócio-culturais produzidos historicamente. Ao longo de todo esse texto, por exemplo, recorreremos à história e à filosofia da ciência, além das teorias educacionais para apoiar nossas reflexões e propostas.

Com o objetivo de exemplificar algumas das questões levantadas, neste texto, tentaremos resignificar alguns conceitos, explicações e metáforas, presentes nos currículos e nos livros didáticos, que são centrais para o desenvolvimento dos conteúdos da área de Ciências. Cabe mencionar que as palavras, as ideias e os conceitos adquirem significados em suas relações com outras ideias e com os contextos em que se situam (Veiga-Neto, 1996).

A ciência é enfocada, nos livros didáticos, geralmente como o produto do trabalho de cientistas geniais e esses produtos são dados como verdades absolutas. Algumas vezes, a ciência também é apresentada como processo, mas nesse caso, como um processo contínuo e cumulativo de descobertas. Em geral, observa-se uma abordagem positivista que toma um único método, dedutivo-empirista, como referência para uma visão unificada de ciência. Nessa perspectiva, a ciência e os cientistas são apresentados como neutros e distanciados de valores e interesses sócio-culturais ou político-econômicos.

A partir das perspectivas de autores como Bachelard e Kuhn, a história da ciência passa a ser interpretada como processo descontínuo, havendo alternância entre períodos de pensamento convergente, entre os membros da comunidade científica, e momentos de rupturas ou de revoluções científicas, quando há crises paradigmáticas e mudanças de perspectivas nas investigações.

Os períodos de pensamento convergente, ou de ciência Normal, são períodos de acúmulo de informações e de consolidação paradigmática. Mas são, também, períodos de acúmulo de anomalias que poderão conduzir a crises paradigmáticas. Essas crises,

por sua vez, poderão produzir revoluções científicas, isto é, mudanças profundas nas formas de ver o mundo e de fazer perguntas ou considerar os problemas. Paradigmas concorrentes partem de pressupostos e princípios tão distintos que não há comunicação ou continuidade possível entre eles, havendo incomensurabilidade entre paradigmas diferentes. Um exemplo do que vem sendo aqui exposto pode ser encontrado no artigo de Renata Ferreira e Roberto Martins (1997). Esses autores descrevem e analisam as resistências de uma comunidade de cientistas em aceitar os resultados dos estudos de Agostino Bassi, no início do séc. XIX. Agostino Bassi conseguiu estabelecer experimentalmente relações entre o adoecimento de bichos-da-seda e a presença de fungos nas propriedades rurais que administrava. Entretanto, nessa época, a comunidade científica não explicava as doenças a partir de agentes microbianos. Ferreira e Martins demonstram a incomensurabilidade entre um paradigma que via os processos de adoecimento como consequência de desequilíbrios químicos nos fluidos e humores orgânicos - associados a situações ambientais desfavoráveis causadas por excesso de frio, calor ou umidade, e o paradigma moderno, que começa a se consolidar no final do séc. XIX, e que vê os processos de adoecimento como consequência da ação de micróbios. As diferenças entre um paradigma e outro estabelecem-se por suas proposições teóricas e pelos procedimentos adotados. Bassi inaugura uma prática de testagem sistemática de hipóteses através de procedimentos experimentais produzidos artificialmente. Seus antecessores, ao contrário, buscavam elaborar suas explicações em conformidade com as ideias vigentes, buscando harmonizar essas ideias com suas observações, em condições naturais ou não experimentais. Bassi testou, sistematicamente, sua hipótese de que a doença dos bichos-da-seda era causada por um germe vivo. Esse investigador, por produzir conhecimentos que se distanciavam das crenças e procedimentos de sua época, teve seus experimentos submetidos a uma avaliação realizada por uma comissão constituída por membros de uma Universidade Italiana, uma vez que ele não era vinculado a instituições acadêmicas, mas sim um administrador de propriedades rurais. Essa comissão reconheceu o valor dos procedimentos adotados por Bassi para evitar o contágio de populações de bicho-da-seda, mas não admitiu a existência de germes causadores dessa doença. Esse fato

mostra não só a incomensurabilidade entre dois paradigmas concorrentes, o do adoecimento por causas químicas e o do adoecimento por contaminação microbiana, mas também as relações de poder envolvidas nos processos de produção, validação e divulgação de conhecimentos científicos.

Por outro lado, alguns autores vêm problematizando a existência e a necessidade de um único método científico para a construção de novos conhecimentos nas diferentes áreas de saber. Essas proposições são reações à tentativa de unificação da ciência, proposta pelos positivistas, através do emprego do método científico (observação, levantamento de hipóteses, experimentação, interpretação, conclusão e generalização). Alguns historiadores e filósofos da ciência vêm demonstrando que as observações são constituídas pelas perspectivas teóricas do autor e que os experimentos são planejados, geralmente, para confirmar aquelas perspectivas teóricas. Desconstruindo, portanto, a ideia de neutralidade da ciência, no emprego de um método rigoroso.

De outra parte, sociólogos, como Bourdieu, vêem a ciência como uma prática social, entre outras. Uma prática institucionalizada permeada por interesses político-econômicos e valores sócio-culturais (Veiga-Neto, 1993). Outros autores, a partir do pensamento de Foucault, vêm dedicando-se a descortinar as relações entre saber e poder, uma vez que a autoridade científica confere o poder de produzir realidades ao longo da história. As contribuições de Agostino Bassi, por exemplo, para a constituição da Teoria Moderna Microbiana, poderiam ter sido ignoradas pelos historiadores da ciência, caso a história não fosse recontada a partir de outras perspectivas que não as permitidas pelos registros acadêmicos dos contemporâneos de Bassi. Os historiadores que queiram contar novas histórias sobre a ciência não podem se restringir a documentos oficiais, precisam investigar outros documentos, nesse caso, documentos de propriedades rurais, por exemplo.

Os estudos de filósofos, historiadores e sociólogos têm demonstrado que a história da ciência é contada a partir de perspectivas contemporâneas, construídas por sujeitos que pertencem a grupos culturais determinados, com interesses particulares, constituindo-se, portanto, de abordagens necessariamente parciais. Isso ocorre principalmente quando aquele que escreve a história, ou seja, produz

fatos a partir de um olhar teórico específico, pretende que sua forma de contar a história seja universal.

Nesse sentido, é bom lembrar o que diz a historiadora da ciência Donna Haraway (1995: 125): "Os fatos estão carregados de teoria e os valores estão carregados de história." Essa pesquisadora, a partir de uma abordagem feminista e pós-estruturalista, fala de uma "produção científica fictícia da realidade", (p. 123), demonstrando o caráter sexista e a separação hierárquica existente entre sujeito e objeto de conhecimento no processo de produção de verdades científicas. Haraway também mostra o quanto as metáforas científicas são elaboradas a partir *de* perspectivas sócio-culturais parciais. Por exemplo, na descrição da fecundação entre as plantas, os elementos masculinos são apresentados como ativos em relação aos femininos que são *violados* e, portanto, passivos. Observa-se, nessas palavras, a lógica da dominação masculina, (p. 116 e 120). A autora defende, então, a necessidade das autoras feministas nomearem e atribuírem novos significados aos processos científicos historicamente produzidos. Essas autoras dividem-se entre as possibilidades de reinterpretar a história existente ou reconstruir uma história completamente nova ou diferente.

Haraway também demonstra os reducionismos e determinismos permitidos pelas Ciências da natureza, por exemplo, quando as pessoas são objetificadas e vistas só como instrumentos do processo de auto-reprodução e de perpetuação dos genes. A inocente afirmação "tudo está determinado nos genes" cria um campo favorável para o silenciamento sobre condições sociais injustas, produzidas historicamente, e que determinam as condições de vida e de saúde de muitos grupos sociais. Nem tudo está nos genes, muito do que somos ou do que conseguimos nos tomar está limitado pelas possibilidades econômicas e culturais que temos de acordo com o grupo social a que pertencemos. A busca, nos genes, de explicações para a criminalidade, a inteligência, o homossexualismo e a obesidade, por exemplo, oculta contingências sócio-culturais produzidas historicamente. Quando lemos nos jornais que as populações norte-americanas desperdiçam uma quantidade de alimentos suficiente para alimentar quatro milhões de famintos, passamos a desconfiar de que os obesos, daquele país, tenham apenas uma constituição genética diferenciada. Um outro exemplo que pode ser tema de nossas reflexões, é o fato de 70% das populações

carcerárias serem analfabetas (Perrot, 1988). Uma interpretação precipitada e reducionista desse dado, poderia nos fazer acreditar que os presidiários fossem menos inteligentes que o restante da população. E nessa linha, um pesquisador mais afoito poderia até conseguir encontrar alguma peculiaridade genética entre esses presos, buscando correlacionar diferentes níveis de inteligência e criminalidade. Entretanto, se considerarmos as condições sócio-econômicas históricas, veremos que a maior parte dos criminosos, que são presos e condenados, pertencem às classes populares. As elites conseguem facilmente escapar da justiça, sendo defendidas por bons advogados. Podemos ir além e verificar que as classes populares permaneceram por muito tempo excluídas de nosso sistema educacional e quando esse sistema se popularizou foi às custas de uma queda considerável de qualidade, pela falta de recursos materiais e humanos, para a educação pública de massa. Considerando alguns dados históricos sobre acesso à escolarização podemos relativizar a noção de inteligência, passando a tratá-la mais como uma questão de oportunidade do que como uma questão genética. Esses são só alguns exemplos de que *nem tudo está nos genes*⁵.

Podemos continuar nossas reflexões sobre as relações de poder envolvidas nos processos de produção de conhecimento científico e de divulgação desse conhecimento, nos currículos e materiais didáticos escolares, verificando como os seres humanos costumam ser apresentados. O ser humano está presente, nos livros textos, hegemonicamente como centro da natureza, como sujeito masculino, branco e detentor de uma cultura ocidental. Estas perspectivas antropocêntricas e etnocêntricas podem ser observadas nas representações dos cientistas nos livros didáticos - a maioria das representações é de homens, brancos, europeus ou norte-americanos. Essa ausência das cientistas, nos livros didáticos, reflete-se também na forma sexista como a natureza ou os processos naturais são descritos e interpretados.

As explicações e metáforas utilizadas para fundamentar a Teoria da Evolução, por exemplo, costumam silenciar sobre a participação das mulheres nos tempos pré-históricos. Para ilustrar essa situação me reportarei a um artigo sobre

⁵ Outros exemplos podem ser encontrados no artigo de Nêlio Bizzo. Eugenia: Quando a Biologia faz falta ao cidadão.

Sociedades Pré-Históricas Brasileiras escrito por duas pesquisadoras, mas a partir de uma ótica masculina. Todas as descrições referem-se exclusivamente ao homem pré-histórico, todas as ações e todos os adjetivos são masculinos: "homem pré-histórico, homem-artesão, caçadores-coletores, criador de artefatos e manipulador de materiais". Até mesmo na descrição dos utensílios, observa-se uma predominância de ferramentas masculinas - "um machado lascado - produto de um número infinito de reflexões materializadas em gestos precisos - reproduz um conjunto de sucessivas conquistas... os vestígios cerâmicos encontrados atestam a versatilidade do homem..." (Pallestrini e Caldarelli, 1985: 35 e 41). Há um completo silenciamento sobre a participação feminina nesses grupos, mesmo quando os objetos descritos, cerâmicas, por exemplo, têm boas chances de terem sido produzidos por mulheres-artesãs. O fato dessas descrições terem sido realizadas por pesquisadoras não foi suficiente para garantir a presença feminina nessas culturas pré-históricas. A presença das mulheres na história da ciência requer uma preocupação deliberada de buscar evidências dessa participação e para isso, as próprias pesquisadoras precisam ser sensibilizadas para transformar as perspectivas teóricas nas quais foram formadas.

(...) A autoridade feminista e o poder de nomear dariam ao mundo uma nova identidade e uma nova história?(...) a Biologia conta histórias sobre as origens, sobre a gênese, sobre a natureza. Mas, as feministas modernas herdaram nossa história através de uma voz patriarcal. A Biologia é a ciência da vida concebida e escrita com a palavra do pai. As feministas herdaram o conhecimento através de uma linhagem paterna. (...) ter autoridade, ser autora de um texto, contar uma história, dar a luz uma palavra. Ser autora é possuir o poder de engendrar, de nomear. (Haraway, op. cit.: 114-115).

Essas novas perspectivas históricas nos colocam problemas quanto à validação de conhecimentos e quanto ao poder constitutivo das palavras. A linguagem já não é vista como veículo ou mediação da realidade, mas sim como instrumento de constituição, de produção de realidades. Os sistemas de ideias engendram práticas históricas ou sistemas de ação, moldam as coisas e são por elas moldados (Veiga-Neto, 1996: 50-56).

Face ao exposto, pensamos que algumas novas formas de contar a história da ciência podem orientar a constituição de alternativas pedagógicas que tratem a

ciência como processo descontínuo de construção de conhecimentos e de verdades sempre provisórias. Além disso, a uma visão de neutralidade e de verdade absoluta da ciência, podemos contrapor uma visão de ciência como prática social, feita de verdades provisórias, validadas pela comunidade científica e legitimadas por segmentos interessados da sociedade. Assim, podemos desconstruir universalismos e demonstrar a parcialidade dos conhecimentos produzidos em nossas sociedades.

Referências Bibliográficas:

- CHASSOT, Attico Inácio. Uma (Re)leitura da história da ciência na América: Outro Marco Zero. VI Seminário Nacional de História da ciência e da Tecnologia - Sociedade Brasileira de História da ciência. *Caderno de Resumos*, p. 7. Rio de Janeiro. 04 a 07 de junho de 1997.
- DAVIS, Cláudia e ESPÓSITO, Yara Lúcia. Papel e função do erro na avaliação escolar. *Cadernos de Pesquisa*, (74) agosto, 1990.
- BIZZO, Nélío. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? *Em Aberto*. Brasília, ano 11, n.º 55, jul./set, 1992.
- _____. Eugenia: quando a Biologia faz falta ao cidadão. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n.º 92, p. 38-52, fev. 1995.
- FERREIRA, Renata Rivera e MARTINS, Roberto de Andrade. Primórdios da moderna teoria dos germes: Agostino Bassi e a doença dos bichos-da-seda. *Episteme*, Porto Alegre, v.2, n. 3, p. 55-71, 1997.
- GIORDAN, André & DE VECCHI, Gérard. *As origens do saber*, das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Tradução de Bruno Charles Magne. 2.ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- HARAWAY, Donna J. Ciência, cyborgs y mujeres :lâ reinvençõn de Ia natu-raleza. Universitat de València. Instituto de Ia Mujer. Tradução de Manuel Talens.Título Original: *Simians, Cyborgs and Women. The Reinventi-on oj Nature*. primeira publicação em 1991, em Londres: Free Association Books. Madrid: Ediciones Cátedra. 1995.
- KING, Joyce Elaine. A passagem média revisitada: a educação para a liberdade humana e a crítica epistemológica Feita pelos Estudos Negros, in: Luiz Eron da Silva (org.) *Reestruturação curricular: novos mapas culturais, novas perspectivas educacionais*. Porto Alegre: Sulina, p. 75-101, 1996.
- MOREIRA., A.F. & SILVA, T.T. (orgs.). *Currículo,cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez, 1995.
- MOREIRA, A.F.B. Parâmetros curriculares nacionais: em busca de alternativas. *Revista da Educação AEC*, ano 24, n.º 97, out/dez, 1995, p. 07-25.
- PALESTRINI, Luciana e CALDARELLI, Solange Bezerra. Pré-História do Brasil. *Ciência Hoje*, v.4, n. 19, jul./ago., 1985.
- PERROT, Michele. *Os excludos da História: operários, mulheres e presidiários*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.
- PINHEIRO, Amálio. América Latina: Signo, poesia e ciência. VI Seminário Nacional de História da ciência e da Tecnologia - Sociedade Brasileira de História da ciência. *Caderno de Resumos*, p. 3. Rio de Janeiro, 04 a 07 de junho de 1997.
- SANTOS, Boaventura de Souza. Para uma pedagogia do conflito, in: Luiz Eron da Silva (org.) *Reestruturação curricular: novos mapas culturais, novas perspectivas educacionais*. Porto Alegre: Sulina, p. 15-33, 1996.
- SCOT, Joan. Género: uma categoria útil de análise histórica. *Educação e Realidade*. 1995.
- VEIGA NETO, Alfredo José. A teoria da ciência em Kuhn e a Sociologia de Bourdieu: as diferenças. *Educação e Realidade*, v. 18. n." 2, jul./dez.. 1993.

Epistemologia social e disciplinas. *Episteme*. Porto Alegre, v. 1,
n.2, p.47-59. 1996.