

Materialismo e Transformações da matéria: Uma abordagem filosófica da estrutura atômica

Materialism and changes of the matter: The philosophical point of view of the atomic structure

Resumo

A partir da importância da Química para a sociedade e da necessidade de seu ensino para uma educação científica a sustentabilidade, são comentadas algumas razões pelas quais a Química tem sido lecionada, desvinculada da História e Filosofia. Ao se comentar a importância de conhecimentos históricos para a compreensão da Química como atividade humana, ciência ao mesmo tempo natural e social, revela-se a relação implícita entre Ciência e Filosofia. É apresentada a relevância do Materialismo Histórico-Dialético como princípio filosófico e método de análise da Química, em comparação com a Educação Química. A ênfase na síntese dialética capaz de superar as contradições do conhecimento químico, indica a adequação do estudo do átomo como conteúdo apropriado a um abordagem didática de cunho histórico.

Palavras-chave: Educação química, História e Filosofia da Ciência, Didática das Ciências

Abstract

From the importance of Chemistry for the society and the need for their education for a scientific education for sustainability, are discussed some reasons why the Chemical has been taught, divorced from History and Philosophy. In commenting on the importance of knowledge in the history of the understanding of Chemistry as human activity, science at the same time natural and social, reveals to implicit relationship between Science and Philosophy. It is presented to the relevance of Historical Materialism-Dialectical and philosophical principle and method of analysis of Chemistry, in comparison with the Education Chemistry. The emphasis in the synthesis dialectics capable of overcoming the contradictions of chemical knowledge, indicates the adequacy of the study of the atom as content appropriate to a didactic approach of a historical nature.

Key words: Chemical Education, History and Philosophy of Science, Didactics of Sciences

Química: Ensino indispensável para a educação científica.

O conhecimento das propriedades dos materiais e principalmente da maneira como se transformam, permite que hoje sejam usados tantos plásticos, substituindo objetos que anteriormente eram feitos de madeira, o que exigia a derrubada de mais árvores. O descarte inadequado dos plásticos, no entanto, tem sido a causa de desequilíbrios ambientais e a atividade química tem sido a principal responsabilizada pela degradação da natureza. Os conteúdos atitudinais ainda são uma utopia diante da ênfase atribuída aos conceituais e procedimentais, principalmente no que se refere à área química. São lecionados os princípios sobre polímeros, que por sua vez são exigidos nos exames de ensino médio, mas a capacidade de reduzir seu consumo, reaproveitar diversos objetos ou mesmo reciclar, ainda são atitudes pouco estimuladas pelos professores de Química, apesar de tanta comunicação sobre como a

humanidade pode ser mais responsável pelas futuras gerações e pela sustentabilidade do planeta.

Para a educação básica, a aprendizagem de conceitos químicos, indispensáveis a uma atitude sustentável, se configura então como uma das formas de garantir melhores condições de vida para as gerações futuras, propiciando um desenvolvimento com sustentabilidade, através de uma educação científica que permita às pessoas, além de outras informações, compreender que “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” e que o desperdício de determinados materiais, a mistura de alguns ou as transformações de outros, podem ser fenômenos extremamente prejudiciais à vida no planeta, considerando a conservação de energia e matéria, explicada, dentre outras, pelas teorias atômicas.

Nas últimas décadas, as contribuições ao ensino dos conteúdos químicos, e de modo geral ao ensino de Ciência têm sido oriundas das mais variadas áreas de conhecimento, principalmente das consideradas como ciências sociais, Filosofia, Psicologia, Sociologia, etc., até recentemente, classificadas como humanas, em oposição às ditas ciências naturais ou exatas, mesmo depois de tantas contribuições das próprias ciências “duras”, como têm sido chamadas as áreas com maior ênfase experimental como a Química, para superar uma visão científica positivista.

O princípio da Incerteza de Heisenberg, um dos fundamentos da estrutura atômica, foi enunciado em 1927, no entanto o adjetivo exato (que reforça a idéia de certeza) ainda é muito empregado ao se referir ao conhecimento químico ou físico. Se para a comunidade científica, especificamente para os físicos, a mecânica quântica foi de difícil assimilação, para os epistemólogos, tal “revolução científica” foi um golpe final na então decadente concepção positivista, contrária a influências filosóficas ou ontológicas no estudo científico.

Curiosamente, embora na formulação de sua versão da teoria Heisenberg tivesse mesmo deliberadamente evitado qualquer comprometimento ontológico – seguindo, pois, a onda filosófica anti-realista positivista da época –, era evidente que até ele se ressentia da segura formal da teoria. Por mais que Bohr já viesse procurando justificar, por meio de argumentos diversos, a ruptura com a perspectiva realista típica da ciência até então, sentia-se difusamente que a elucidação do conteúdo físico da nova teoria não se poderia restringir ao mero fornecimento de regras de correspondências diretas com os fenômenos, requerendo, ao menos a título de apoio heurístico, a introdução de elementos ontológicos mínimos. (CHIBENI, 2004, p. 181).

As contribuições filosóficas então, já seriam inevitáveis na própria origem de muitas teorias das ciências “naturais”¹. Já havia em 1978, no XVI Congresso Filosófico Mundial “o reconhecimento da grande importância da filosofia para as ciências concretas sobre a natureza e a sociedade, o reconhecimento da inconsistência da contraposição do conhecimento filosófico às pesquisas realizadas pelas ciências naturais [...]”. (AFANÁSSIEV, 1985, p. 7).

¹ Discorda-se da oposição entre ciências sociais e naturais, como se da natureza não dependesse a sociedade, ou como se o conhecimento das ditas ciências naturais não fosse socialmente condicionado. Propõe-se a hipótese de que a divulgada antítese pode ser superada pela síntese dialética, principalmente na área de educação (social) química (natural), ao considerar que a superação dessa suposta contradição deve ser uma condição para o reconhecimento da relevância da História da Química

Exemplo disso foram as polêmicas envolvidas no período problemático de estabelecimento da Física Quântica e as conseqüentes reformulações científicas no campo da Química. Dessa forma, uma abordagem epistemológica, quando se aprofunda a problemática educacional, torna-se imprescindível e a importância histórica do conhecimento científico fundamentado no conhecimento filosófico e suas implicações didáticas se apresentam nesse estudo como uma proposta inovadora que aborda dentre outras, questões históricas, filosóficas e didáticas capazes de originar uma nova práxis² educativa, com ampla repercussão na atividade profissional dos professores e na formação de autênticos educadores químicos³.

A importância da História da Ciência para a educação científica, especificamente a Educação Química⁴, tem sido amplamente reconhecida na literatura científica. Resultado das atividades acadêmicas nacionais e mundiais, nos últimos anos, no Brasil, têm acontecido ações oficiais no sentido de buscar inserir História e Filosofia da Ciência na reformulação do currículo da educação básica:

No Brasil, de alguma forma esta tendência aparece explicitada em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) e as Novas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação. [...] A inclusão da História da Ciência no ensino tem razões que se fundamentam na Filosofia e Epistemologia e a própria concepção de ciência adotada interfere na seleção e abordagem dos conteúdos. Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos

² A opção da palavra práxis, ao invés de simplesmente prática, decorre do significado nas teorias críticas. “Uma primeira questão que gostaria de destacar quanto ao estudo da categoria *práxis* é a do significado ou diferença entre os conceitos de prática e práxis. Até certo ponto, esses conceitos podem ser considerados sinônimos, mas as aplicações feitas aos mesmos denotam diferenças. É interessante que Petrovic [...] afirma que a *práxis* é a prática social incorporada de teoria e que Marx a define como a ‘meta da filosofia verdadeira (isto é, da crítica da filosofia especulativa) e a revolução como a verdadeira práxis’ (PETROVIC, 1988, p. 293). [...] Em Horkheimer e Adorno, como veremos, *práxis* será referida também à *práxis* alienada, que também é incorporada de teoria, mas, no caso, da teoria tradicional”. (VIEGAS, 2002, p. 445).

⁴ Segue-se aqui a escolha desse termo, expressão comum em textos da área, para diferenciar de químicos, tendo sido empregado muitas vezes como sinônimo de professores de química ou para se referir a pesquisadores da área de educação química, como apresentou Roseli Schnetzler, em 1981, em um artigo da Revista Química Nova sobre Ensino de Química no Brasil: “Somente nos quatro últimos anos constata-se a preocupação de alguns **educadores químicos** em efetuar levantamentos que iniciem a pesquisa de algumas características do atual ensino de química de 2º grau”. (SCHNETZLER, 1981, p. 6, grifo nosso).

⁴ Considera-se o termo Educação Química mais abrangente que Ensino de Química, pois envolve vários aspectos além do ensino. Esse termo começa a surgir em algumas publicações nacionais, em substituição a ensino de química, mas já é bastante difundido em outros países. Existem diversos periódicos internacionais que o utilizam há algum tempo, como o estadunidense *Journal of Chemical Education* ou a revista mexicana *Educación Química*, editada pela Universidade Autônoma do México (UNAM). Entre 1966 e 1974 existiu também a *Revista Iberoamericana de Educación Química*.

currículos pode contribuir para a humanização do ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento (LUFFIEGO et al., 1994; HODSON, 1985). (OKI, MORADILLO, 2008, p. 68-69).

As normas do Ministério de Educação (MEC) brasileiro são enfáticas no que se refere à importância da História da Ciência (HC) para o ensino, sendo que essa recomendação é presente desde o ensino fundamental, ocasião em que os estudantes iniciam seus estudos nas ditas ciências naturais: Química, Física e Biologia. “A inclusão da História da Ciência no ensino tem razões que se fundamentam na Filosofia e Epistemologia e a própria concepção de ciência adotada interfere na seleção e abordagem dos conteúdos”. (OKI, 2008, p. 69). Ao contrário dos resquícios positivistas que ainda persistem na comunidade científica, no meio educacional, a História há muito já é considerada como recurso didático para a contextualização e fonte de conhecimentos científicos:

A História das Ciências também é fonte importante de conhecimentos na área. A história das idéias científicas e a história das relações do ser humano com seu corpo, com os ambientes e com os recursos naturais devem ter lugar no ensino, **para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não-neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza.** (BRASIL, 2001, p. 32, grifo nosso).

Além desse problema epistemológico, que afeta diretamente a relação entre Química e História⁵ e suas implicações ao ensino de Química, há o didático, pois muitos conhecimentos são transmitidos superficialmente, sem a devida contextualização, acarretando dificuldades na aprendizagem, sendo objeto de estudo de diversos pesquisadores da área de Didática das Ciências.

A História e Filosofia da Ciência (HFC) apresenta múltiplas dimensões. Por um lado, representa um vasto campo de estudos e pesquisas que vem construindo, ao longo dos anos, suas bases teóricas e suas especificidades. Por outro lado, constitui-se em área do conhecimento com fortes e profundas implicações para a Didática das Ciências. Nesse sentido, podemos falar em HFC no ensino de ciências. (MARTINS, 2007, p. 114).

A ordem em que os conceitos são apresentados segue uma orientação livresca, negando a própria seqüência de acontecimentos que resultaram no desenvolvimento do conhecimento químico aceito atualmente, o que impede os alunos de compreenderem as descobertas científicas como algo historicamente construído, uma suposta causa do distanciamento entre História e Química.

Educação Química, História e Filosofia

⁵ Considera-se intrínseca a relação da História com a Filosofia da Ciência. A opção de não incluir o termo Filosofia, apesar das inevitáveis discussões filosóficas na abordagem histórica, justifica-se pela concepção que a mesma relação intrínseca existe com a Química e com as demais áreas científicas, considerando os fundamentos do conhecimento científico, o que exigiria o uso da expressão Filosofia da Química, por exemplo. Essa relação, no entanto, é abordada na seção seguinte.

A aparente separação entre a Química, assim como as demais ciências naturais, e a História, remonta ao período de estabelecimento da Ciência Moderna, quando o racionalismo cartesiano se instaura definitivamente na concepção científica vigente, em contraposição ao humanismo, apesar de filósofos contemporâneos já se posicionarem contra Descartes. Considerado como o primeiro a definir a História como Ciência, Giambattista Vico, no século XVIII, já alertava para a importância do estudo histórico, destacando até mesmo a mitologia como fonte de informações necessárias para a compreensão da origem do conhecimento humano. “[...] a primeira ciência que se deve aprender é a mitologia, ou seja, a interpretação das fábulas [...] e que as fábulas foram as primeiras histórias das nações gentílicas”. (VICO, 1999, p. 63)

Durante los siglos XVII y XVIII la palabra “histórico” no significaba lo que hoy día. Un fenómeno “histórico” significaba frecuentemente un fenómeno concreto, objetivo, e “Historia” significaba simplemente una relación de las condiciones objetivas, sin que fuera necesario que pertenecieran al pasado. El siglo XVIII, por su parte, se caracterizó por una tendencia “antihistórica”. [...] Este período se caracterizó por una falta de conciencia histórica, consecuencia de las ideas dominantes en torno al conocimiento, en particular a las ideas racionalistas de Descartes, para quien el conocimiento era puramente reflexivo y racional, una abstracción universal y ahistórica. [...] No obstante, durante el siglo XIX, en periodos de progreso, consolidación y organización de la vida científica, se presentó un distanciamiento entre las ciencias naturales y las humanidades. [...] La perspectiva histórica se rechazó y el interés se centró entonces en la ciencia contemporánea y sus inmediatos predecesores, resaltando que **la Historia era una disciplina humanística, cuyos métodos y objetivos eran incompatibles con los de las ciencias naturales**. Esta distinción hizo que se ignorara la Historia de la Ciencia relegándola a los científicos y a los historiadores aficionados. (FERNÁNDEZ et al, 2010, p. 280)

O ensino tradicional de Química, conteudista e acrítico, tem sido muito limitado ao priorizar a transmissão de fórmulas, teorias ou conceitos, sem explicações sobre sua evolução ou sua origem, desprezando a História, o que implica em uma fragmentação maior do conhecimento. Uma polarização da Ciência, em que conhecimentos químicos são afastados dos históricos, transmitidos como se a Ciência também não fosse Cultura, produção humana socialmente condicionada, como ressaltam alguns especialistas no tema:

[...] aprender (y enseñar) de modo significativo descansa en la aprehensión de la génesis y evolución de los conceptos científicos y, por otro, de la conciencia clara de que éstos pertenecen al mundo de la historia y de la cultura (¿podría alguien mantener que la geometría griega no tiene nada que ver con los ideales de belleza y armonía de esta sociedad?, ¿o que la revolución científica culminada en Newton no tuvo impacto alguno en la idea de progreso que abanderó la Ilustración?, ¿se atrevería alguien a negar las repercusiones que sobre la ética, la economía, la política o la filosofía de nuestro siglo tienen las revoluciones cuántica, relativista e informática?). (GONZÁLEZ, 2000, p. 106).

Muito mais problemáticas que essa questão epistemológica, são as consequências didáticas, pois muitos conhecimentos são transmitidos superficialmente, sem a devida contextualização, acarretando inúmeras dificuldades de aprendizagem, na contra mão do que é discutido atualmente, que o interesse em HC reside em “Su carácter didáctico, ayudando a la comprensión de los problemas de aprendizaje del alumnado, y su carácter cultural, actuando sobre las representaciones que el alumnado tiene de la ciencia, de la técnica y de las relaciones C-T-G-S”. (ÁLVAREZ-LIRES, 2005, p. 2).

A história da Química mostra uma superação do realismo ingênuo, do materialismo ingênuo, e uma racionalidade cada vez mais progressiva. No entanto, a racionalidade cada vez maior alcançada por este conhecimento se deu por processos de rupturas com concepções anteriores, visando à superação dos obstáculos que impediam o desenvolvimento da razão. No que se refere ao ensino de Química, é comum a apresentação, apenas, dos resultados dessa Ciência, o conhecimento científico em Química, com suas leis, teorias e modelos que, normalmente, são concebidos como representações da realidade. A ênfase sobre os produtos da Ciência, em detrimento de seus processos de produção, provoca uma série de desdobramentos indesejáveis na pedagogia dessa Ciência, criando obstáculos à sua compreensão. (LÔBO, 2007, p. 92)

De acordo com a concepção dialética do processo de ensino-aprendizagem, a História é um dos princípios da organização do ensino. Os princípios da lógica dialética oferecem fundamentos gerais para organizar o processo de ensino: (ANDREIEV, apud TORRES, 2009, p. 3)

- Principio de la concatenación universal de los fenómenos.
- Principio del historicismo.
- Principio de la unidad de lo histórico y lo lógico.
- Principio de la ascensión de lo abstracto a lo concreto.
- Principio de la bifurcación de la unidad y conocimiento de las partes contradictorias del objeto.
- Principio de la unidad del análisis y la síntesis.

Desenvolvido nas décadas de 60 e 70 na antiga União Soviética, mas somente divulgado nos anos 80, o sistema didático elaborado por M. I Majmutov (1983) apresenta uma orientação metodológica que foi denominada de “Ensino Problêmico”. Atribui ao professor a função de organizar situações que possibilitem um ensino por problemas. “Para Majmutov (1984), o problema de ensino é um elo intermediário entre as categorias filosóficas e didáticas, ou seja, serve como meio de transformação do método dialético de solução das contradições em métodos didáticos [...]” (NUÑEZ et al, 2004, p. 151).

Niedderer (1987) discute o incentivo à mudança progressiva dos alunos na situação de analisar situações-problema, debatê-las até encontrar uma solução possível para comparar os resultados com correspondentes teorias que caracterizaram a História da Ciência. São incluídas até as soluções modernas. Nessa concepção, as idéias antigas auxiliam o aluno a enfrentar as dificuldades na aceitação das novas

teorias. Todavía, há limites, pois o aluno pode ficar preso pelas situações análogas superficiais. Em casos de conteúdos mais complexos, o aluno pode ter sua atenção desviada para aspectos pouco relevantes. (VILLANI, 2001, p. 174).

Dentre as iniciativas com História da Ciência no ensino, as experiências didáticas relatadas têm sido muito diversificadas, algumas se encontram em estado inicial e ainda não possuem a sistematização necessária para compreender os resultados de sua implantação no cotidiano escolar. Dentre os relatos, destacam-se as hipóteses defendidas e os resultados obtidos em um estudo com classes de Física e Química na educação básica por Solbes e Traver (2001, p. 153, 159):

Es posible diseñar materiales curriculares con un enfoque histórico y usarlos en las clases de física y de química de nivel secundario de manera que contengan diversos aspectos que muestren una imagen de las ciencias físico-químicas más próxima a la realidad y más de acuerdo con su evolución histórica.

[...] Hemos comprobado, pues, que es posible aumentar su interés hacia el estudio de la física y la química mediante un tratamiento mínimamente detenido de algunos aspectos históricos introducidos en el proceso de adquisición de los diferentes conceptos y teorías científicas, ya que así se puede mostrar una imagen de la ciencia más correcta y próxima a la realidad del trabajo de los científicos y al contexto en que éste se desarrolla y se ha desarrollado a lo largo de la historia.

Dentre as experiências com História da Ciência na formação de professores, algumas têm apontado marcos teóricos importantes para a incorporação da HC na formação dos professores de ciências naturais, destaca-se o projeto conjunto das universidades de Buenos Aires, Pontificia Universidade Católica de Chile e Universidade Autônoma de Barcelona, cuja proposta contempla os seguintes objetivos:

1. Favorecer entre el profesorado de ciencias naturales de nuestros países, en formación y en actividad, la reflexión sistemática y continua acerca de las diversas aportaciones que las metaciencias pueden hacer a su práctica profesional.
2. Desarrollar herramientas teóricas para introducir más eficaz y significativamente la componente metacientífica en la formación del profesorado de ciencias naturales.
3. Generar propuestas aplicadas de formación metacientífica.
4. Comparar los resultados de la introducción de ideas, materiales y abordajes en los distintos contextos en los cuales trabajamos.
5. Apoyar el intercambio de impresiones, experiencias y recursos entre profesores y profesoras de nuestros países, para que ellos conozcan realidades distintas a las propias y enriquezcan su práctica profesional. (QUINTANILLA et al, 2005, p. 1)

Diante dessa tendência internacional, a valorização da História da Ciência abre perspectivas inovadoras que têm fundamentado diversas estratégias didáticas no ensino de ciências naturais e em Química, especificamente. Tais inovações têm considerado a importância da compreensão histórica do conhecimento científico e na superação de

concepções e métodos de ensino tradicionais, inadequados para a educação básica atual. A relação com as contribuições filosóficas também têm sido indispensáveis a essas propostas. A noção de perfil epistemológico é uma delas. Essa perspectiva reconhece a importância da História da Química para superar algumas dificuldades no ensino de Química no nível médio:

[...] o ensino de química elementar, segundo a perspectiva aqui esboçada, passa necessariamente pela história da química. Sem essa perspectiva histórica, estaremos fadados a ensinar teorias que adquirem o sentido de dogmas. Não há porque ensinar, num nível elementar, apenas a química moderna e contemporânea. [...] Por outro lado não é válido ensinar a química clássica sem entrar em consideração sobre a limitação de suas proposições teóricas frente ao desenvolvimento atual da química. A perspectiva histórica elimina esse problema desde que fique claro que cada explicação teórica tem validade para um contexto bem claro em que o problema foi proposto, e que cada lei ou teoria se refere aos fatos experimentais disponíveis em uma determinada época. (MORTIMER, 1992, p. 248).

O caráter dinâmico da Química, as controvérsias constantes no seu desenvolvimento, as limitações de suas teorias, enfim, o condicionamento social da atividade química, encontram na abordagem histórica um eixo orientador do processo de aprendizagem, que contribui para superar o ensino positivista e dogmático ainda predominante na educação básica e nas licenciaturas.

Reconhecendo que o ensino desta matéria não pode se limitar a princípios e leis (imutáveis) aplicados aos fenômenos químicos (característica do positivismo) e, ao mesmo tempo, considerando a importância da história da Química para a compreensão do processo de produção do conhecimento químico pelo aluno, o autor procura mostrar como a noção de perfil epistemológico pode melhorar o ensino de Química [...]. (LÔBO, 2008, p. 92)

No nível fundamental são lecionadas as primeiras noções sobre o conhecimento químico, geralmente em uma disciplina denominada Ciências, que inclui conteúdos de Biologia, Física e Química, enquanto que a História, como disciplina do ensino formal, somente é lecionada no ensino médio, como se esse conhecimento também não fosse científico, ou se a Ciência também não fosse histórica.

Quando Vigotski fala do significado geral de história, apoia-se na célebre afirmação de Marx – “a única ciência é a história” – para esclarecer aquilo que está afirmando. Esta referência nos autoriza a pensar que, se a história é a única ciência, deve ser porque toda ciência é necessariamente histórica. Mas dizer que a ciência é histórica, no contexto do materialismo histórico, equivale a dizer que ela é produto da atividade humana, não um dado puro da razão nem a simples expressão da realidade natural das coisas. Como qualquer produção humana, a ciência está ligada às condições da sua produção. Em termos gerais, pode-se dizer que a ciência é a natureza pensada pelo homem que, dessa maneira, passa a integrar a história humana na forma de ciência da natureza. (SIRGADO, 2000, p. 49).

A opção pelo materialismo histórico-dialético como referencial teórico se justifica na incomparável capacidade de explicação da realidade educacional do ensino de Química.

Considera-se o referencial teórico mais apropriado a essa proposta, em virtude das peculiaridades desse estudo, que une conhecimentos filosóficos e históricos a conhecimentos químicos sobre propriedades macroscópicas da matéria e suas contradições com os modelos explicativos das propriedades microscópicas apresentadas pela estrutura atômica.

Escolheu-se o método dialético por levar o pesquisador a trabalhar sempre considerando a contradição e o conflito; o 'devir'; o movimento histórico; a totalidade e a unidade dos contrários; além de apreender, em todo o percurso de pesquisa, as dimensões filosófica, material/concreta e política que envolvem seu objeto de estudo. (LIMA, MIOTO, 2007, p. 39)

Essa capacidade explicativa superior a outras orientações metodológicas torna-se indispensável a uma investigação educacional, diante dos variados métodos empregados nessa área e nem sempre esclarecedores do cotidiano da sala de aula, o que torna a lógica clássica insuficiente.

[...] é a dialética de Marx, construção lógica do método materialista histórico, que fundamenta o pensamento marxista, que será aqui apresentada como possibilidade teórica (instrumento lógico) de interpretação da realidade educacional que queremos compreender. [...] um método, um caminho que permita, filosófica e cientificamente, compreender a educação. E, se a lógica formal, porque é dual, separando sujeito-objeto, foi se mostrando insuficiente para esta tarefa, parece possível buscar, no método materialista histórico-dialético, este caminho. (PIRES, 1997, p. 85).

Outra potencialidade da teoria que fundamenta esse estudo é a possibilidade de estabelecimento de múltiplas categorias de análise, dialeticamente relacionada à síntese, possibilitando a superação do conhecimento fragmentado e a compreensão da totalidade, ainda que de uma realidade específica, mas sem a reduzida e excessiva especialização do conhecimento científico, que tem provocado abismos epistemológicos entre Química e História, áreas tradicionalmente apresentadas como antagônicas.

Uma primeira consequência de se considerar a dialética conforme a perspectiva da totalidade seria, portanto, a exigência de superar as distinções abstratas sobretudo no que tange à relação entre sujeito e objeto do conhecimento, premissa inicial da constituição de domínios autônomos de pesquisa, separados em decorrência da divisão intelectual do trabalho e da especialização científica. (MUSSE, 2005, p. 385).

A adoção do método analítico do materialismo histórico dialético configura-se o princípio fundamental para a análise qualitativa da investigação, em virtude de outras duas categorias principais que revelam profunda relação com a educação química. Método analítico, nesse contexto, não deve jamais ser confundido com o reducionismo da análise cartesiana, em que as partes do todo são separadas e a necessária síntese posterior nem é cogitada, como tem sido feito historicamente nas pesquisas químicas.

Designaremos totalidade abstrata o resultado de um trabalho de síntese das diversas interpretações já realizadas sobre o objeto. Ela não deve ser identificada com a verdade. Deve, porém, ser compreendida como um ponto de vista específico. Pode constituir um

referencial, um guia para as operações de análise e de síntese a serem efetuadas no estudo do mesmo objeto [...]. (YAMAUTI, 2006, p. 112).

A contradição e a síntese dialética, que enfatiza a complementaridade dos contraditórios, constituem-se extremamente apropriadas para a área de educação química, cujos objetos de estudo se situam entre as ciências naturais (Química) e sociais (Educação), conhecimentos em constante transformação, como a síntese dialética entre transformação material e materialismo, princípio de uma pesquisa com o reconhecimento das infinitas possibilidades de desdobramentos.

Durante o processo da síntese, poderá ocorrer a descoberta de elementos novos presentes na constituição da realidade tomada como objeto de conhecimento. Essa descoberta exigirá a criação de novos conceitos ou categorias. Poderá ocorrer, também, a revelação de relações gerais — de nexos dialéticos — que irão propiciar uma melhor compreensão do objeto. (YAMAUTI, 2006, p. 111)

A dicotomia entre análise qualitativa e quantitativa é superada pela interpretação dialética dos aspectos quantitativos como indicadores de qualidade, para uma compreensão da totalidade, fundada na própria gênese do materialismo, se considerarmos sua origem em Hegel, pois

[...] segundo essa perspectiva, que ressalta a importância da categoria “totalidade” para a compreensão da metodologia do materialismo histórico, a aproximação entre Marx e Hegel seria maior que a proximidade entre Marx e a maioria dos teóricos. [...] No que tange à perspectiva da totalidade, a modificação mais substancial diz respeito à necessidade de que essa categoria determine não só o objeto, mas também o sujeito do conhecimento. (MUSSE, 2005, p. 384-385).

A exatidão assume uma outra conotação, um novo significado diante da abordagem qualitativa das informações. Não se enquadra no conceito empírico atribuído quimicamente. Tal conotação é obscurecida pela quantificação excessiva, própria dos métodos tradicionais de uma área recentemente ainda denominada de exata, que enfatiza a certeza de valores experimentais, apesar da contradição indiscutível do princípio da incerteza, incorporado ao seu quadro teórico para explicar as propriedades da matéria e a estrutura atômica. Contrariando a definição empírica, tão perseguida em resultados experimentais, cuja análise estatística rigorosa frequentemente chega a perder o sentido de aspecto qualitativo, a exatidão da realidade investigada, em constante mudança, não necessita recorrer a aproximações matemáticas para estabelecer sua validade, como as abordagens metodológicas estabelecidas como padrão em Química.

Conclui, assim, que os equívocos resultantes da adoção dessa metodologia padrão tornam-se evidentes quando se confronta a necessidade – inerente ao método das ciências naturais – de trabalhar com dados constantes e invariáveis com a realidade, permanentemente mutável, da evolução histórica. Por conseguinte, a simples consideração histórica dos fatos parece suficiente para pôr em dúvida a exatidão e a objetividade desse método. (MUSSE, 2005, p. 382)

Se a fragmentação do conhecimento parece ter se tornado inevitável para um aprofundamento teórico e uma interpretação mais acurada, a compreensão da totalidade, principalmente de fenômenos humanos como processos de aprendizagem, cujas variáveis não podem ser controladas e estudadas como em uma proveta, remete à necessidade de aceitação

do inacabado, historicamente em construção, em permanente transformação material e mental, *homo sapiens*.

A escolha do estudo do átomo ou estrutura atômica, como conteúdo principal de aplicação dessa abordagem, reside no fato do assunto ser essencialmente uma síntese entre as propriedades da matéria, macroscópicas e perceptíveis por fenômenos físicos e químicos, e os modelos atômicos, microscópicos e invisíveis, cujas explicações, que apresentam relações entre experimentos (matéria) e hipóteses (idéias), configuram-se uma autêntica síntese dialética, em que a superação das contradições possibilita uma compreensão menos inexata da totalidade da natureza e da realidade dos fenômenos naturais. A sequência em que geralmente é lecionado esse assunto nos conteúdos de Química, na maioria dos livros didáticos, não mostra aos alunos a relação entre as reações químicas e a elaboração dos modelos explicativos da estrutura atômica e o desenvolvimento da teoria atômico-molecular.

A ordem cronológica dos modelos principais elucida aspectos importantíssimos da evolução científica, com suas rupturas e paradigmas no decurso histórico. A diversidade de modelos atômicos ao longo do tempo é extremamente representativa do caráter histórico da Ciência, assim como dos aspectos filosóficos e sociológicos envolvidos na atividade científica, cuja ampliação ao contexto político é inevitável, principalmente quando são lecionadas as contribuições dos postulados nucleares, que culminaram na construção da bomba atômica, fato que literalmente aqueceu a guerra fria em um passado não tão distante dos conflitos presentes que ainda indicam profundos questionamentos sobre o futuro da humanidade. Diante das possibilidades de destruição em massa do planeta por seus habitantes, principalmente aqueles que são financiados pelos governos para desenvolver pesquisas em Química ou Física, áreas mais relacionadas ao conteúdo, acredita-se que uma maior problematização no ensino desse assunto possibilite uma contextualização mais eficaz para o pleno exercício da cidadania e para a formação de cidadãos mais críticos, que possam efetivamente ser protagonistas da História. Desse modo, assim como alguns episódios históricos e fenômenos naturais cíclicos, a História da Ciência, na educação científica, pode contribuir para transformar a sociedade, ao educar as pessoas para serem sujeitos da História.

Referências

- AFANÁSSIEV, V. G. **Fundamentos da filosofia**. 2. ed. Moscovo: Progresso, 1985.
- ÁLVAREZ-LIRES, Mari. Experiencias y Perspectivas de la Introducción de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza Secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005, n. extra.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. 3. ed. Brasília: MEC/SEF, 2001.
- CHIBENI, Silvio Seno. Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2005, v. 27, n. 2.
- FERNÁNDEZ, Luigi Cuellar, GATICA, Mario Quintanilla, BLANCAFORT, Ainoa Marzabal. La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. **Ciência & Educação**, 2010, v. 16, n. 2, p. 277-291.
- GONZÁLEZ, Hernández et al. Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (la experiencia del seminario Orotava de historia de la ciencia). **Enseñanza de Las Ciencias**, 2000, n. 18.
- LIMA, Telma C. S.; MIOTO, Regina Célia T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Katálysis**, 2007, v. 10, n. esp., p. 37-45.

LÔBO, Soraia F. O Ensino de Química e a formação do Educador Químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**, 2007, v. 14, n. 1, p. 89-100.

MARTINS, André Ferrer P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2007, v. 24, n. 1, p. 112-131.

MORTIMER, Eduardo F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, 1992, v. 15, n. 3, p. 242-249.

MUSSE, Ricardo. A dialética como discurso do método. **Tempo Social**, 2005, v. 17, n. 1, p. 367-389.

NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. Fragmentos do pensamento dialético na história da construção das ciências da natureza. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, 2000. p. 119-139.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Orgs.) **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, 2009, v. 32, n. 4, p. 1072-1082.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O. Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, 2008, v. 14, n. 1, p. 67-88.

PIRES, M. F. C. O materialismo histórico-dialético e a Educação. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v.1, n.1, 1997, p. 83-93.

QUINTANILLA, Mario; IZQUIERDO, Merce; ADÚRIZ-BRAVO, Agustin. Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias naturales. **Enseñanza de Las Ciencias**, 2005, n. extra, p. 1-4.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, 14-24, 2002.

SIRGADO, Angel Pino. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, 2000, n. 71, p. 45-78.

SOLBES, J. , TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo Historia de la ciencia en las clases de física y química: Mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. **Enseñanza de Las Ciencias**, 2001, n. 19.

TORRES, Emilio Ortiz. La Psicodidáctica y el uso de las contradicciones dialécticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 50/1, jul. 2009.

VIEGAS, Moacir Fernando. Apontamentos sobre a categoria *práxis* na teoria crítica. **Perspectiva**, jul./dez. 2002, v. 20. n. 2, p.443-465.

VILLANI, Alberto. Filosofia da Ciência e Ensino de Ciência: Uma analogia. **Ciência & Educação**, 2001, v. 7, n. 2, p.169-181.

YAMAUTI, Nilson Nobuaki. A aplicação do método dialético de produção de conhecimento no ensino de ciências sociais. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**, 2006, v. 28, n. 1, p. 111-120.

VICO, Giambattista. **A ciência nova**. Tradução, prefácio e notas de Marco Lucchesi. Rio de Janeiro: Record, 1999. (Grandes Traduções).