



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

A Filosofia da Química na formação dos professores de Química

KVALEK, D S., Ribeiro, M A Pinto, Souza, Diogo O. G., Del Pino, J. C.

A Filosofia da Química na formação dos professores de Química

Débora Schmitt Kavalek, José Cláudio Del Pino, Diogo Onofre Souza e Marcos Antônio Pinto Ribeiro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, Universidade Estadual da Bahia, Brasil.

Emails: quimicadebora@hotmail.com, delpinojc@yahoo.com.br, diogo@ufrgs.br e marcolimite@yahoo.com.br.

Resumo: O ensino da química em muitas escolas prioriza a memorização de fórmulas e teorias descontextualizadas, modelos de limitada compreensão, levando à interpretação equivocada de fenômenos e conceitos. Tais fatores vêm gerando diversos problemas no ensino da química. Nesse sentido, a filosofia da química pode fornecer subsídios teóricos para uma contextualização dos conteúdos. Surge a necessidade, pois, de se inserir e articular a química à filosofia, introduzindo, entre outras atividades, o debate sobre: modelo, lei, teoria e representação; método científico; observação na ciência; os aspectos filosóficos da história da química; exemplos de contextos da química e trabalho dos químicos; discussões sobre a química e a filosofia, para humanizar a ciência e aproximá-la dos interesses sociais, objetivo a que almejamos neste trabalho, através de pesquisa bibliográfica em alusão à vinculação da filosofia da química na qualificação do ensino.

Palavras-chave: filosofia, ensino de química, currículo.

Title: The advancement of Philosophy of Chemistry and its contributions to education in Chemistry

Abstract: The teaching of chemistry in many schools emphasizes the memorization of formulas and decontextualized theories, models of limited understanding, leading to misinterpretation of phenomena and concepts. These factors have generated several problems in the teaching of chemistry. In this sense, the philosophy of chemistry can provide for a theoretical contextualization of content subsidies. The need arises, therefore, to articulate the insert and chemistry to philosophy, introducing, among other activities, the debate about: model, law, theory and representation; scientific method; observation in science; the philosophical aspects of the history of chemistry; examples of contexts of chemistry and chemical work; discussions about chemistry and philosophy, to humanize science and bring it closer to social interests, the goal we aim for this work, through a literature review in reference to the link in the philosophy of chemistry teaching qualification.

Keywords: philosophy, chemistry teaching, resume.

Introdução

Orientar à construção de um conceito em química requer estabelecer os dados primários (experimentos), a interpretação de leis, relações e comparações e qual o modelo usado para explicar o fenômeno. É habitual o educador não considerar estes

aspectos e ponderar como dado primário o modelo ou a teoria, sem nenhuma história ou nenhuma conexão com a prática. Observam-se, inclusive, inúmeros equívocos em relação à explicação dos conceitos, principalmente dos microscópicos, em que lhes são conferidas características macroscópicas, como: ‘átomos de ferro ter brilho ou serem duros’; ‘átomos de líquidos serem maleáveis’; ‘átomos que se fundem ou evaporam’; ‘elétrons que caminham’; a crença de que ‘entre partículas de um gás tem ar’; concepção de que a ‘camada eletrônica serve para cobrir o átomo’; a ‘reação de neutralização é entendida como atingir uma solução neutra’ e outras imprecisões.

Outra dificuldade visualizada no ensino é a falta de autonomia da química, ou seja, a redução da ciência à física e à matemática. A educação em química pode ser beneficiada e ter mais legitimidade, quando a mesma deixar de ser reduzida à física e à matemática. Questões estas que são pouco abordadas nos cursos de formação de docentes em química.

Para uma contribuição mais significativa na formação do discente, o ensino de química nas escolas deve abordar, não só o que a ciência em questão conhece, mas também como se chegou ao conhecimento em questão: época, contexto social, moral, cultural e quais os envolvidos. Sob essa perspectiva, as interações entre ciência, tecnologia e sociedade são mais salientes, capacitando os estudantes a avaliarem a legitimidade das teorias e contribuir para o desenvolvimento de pessoas que reflitam, critiquem; não precisam ser gênios, mas que caminhem para o progresso e modificação da sociedade. É nesse contexto que a filosofia da química faz-se urgente e pode fornecer subsídios teóricos para contextualizar as explanações, tornando o ensino de química significativo e real.

Este trabalho busca problematizar o lugar da filosofia da química no campo do ensino de química. Primeiramente, serão abordadas as várias visões de química de diferentes profissionais: professores, estudantes, pesquisadores, químicos industriais. Serão caracterizadas, posteriormente, as relações de diálogo entre filosofia da química e currículo, bem como os problemas de ensino e aprendizagem, para, após, problematizarmos teoricamente e apresentarmos propostas para inserir a filosofia da química ao currículo.

1 Química: Pluralismo de visões acerca de uma ciência única

A definição de química, principal fundamento do currículo de química, é intrínseca à definição de sua identidade disciplinar. Esse problema tem relação direta com o currículo. Isso é captado por Laszlo (2012) em seu artigo *Towards Teaching Chemistry as a Language*. Para o autor, é preciso definir a química como a “ciência das transformações da matéria”. Assim, torna-se lógico dividi-la em: Estática, que abrange equilíbrios químicos e seu estudo e Dinâmica ou Cinética química, um estudo dos parâmetros que influenciam as reações químicas. Outro indivíduo pode definir a química, ao contrário, como a ciência do artificial. Isto leva a uma perspectiva de engenharia e computação. O que vem à tona é como montar entidades como átomos ou moléculas em outras entidades, conjuntos supramoleculares visando nanotecnologias, por exemplo. Para um terceiro indivíduo, a química será, principalmente, a ciência molecular, que se traduz em um foco predominante relacionado à ligação, à estrutura, sistemática de moléculas ordenadas por famílias, desenho e segmentação de novas moléculas, então obtidas por síntese. Há ainda outras definições de química: para os historiadores pós-modernos e filósofos da ciência é uma tecnociência; para outras pessoas, com inclinação industrial, é a ciência da inovação, assim como alguns podem ver a química, alternativamente, como uma arte. Além disso, muitas pessoas não conseguem distinguir conceitos, como por

exemplo, entre uma definição e uma propriedade. Assim, a química é vista como intermediário de biologia e física e, porque se acredita ocupar esse meio-termo, é vista como ponte entre esses dois campos disciplinares. Como uma generalização de um papel tão fundamental da química, é muitas vezes denominada (pelos químicos) “a ciência central”. (Laszlo, 2012, [não paginado]).

A questão da identidade e do território disciplinar é transversal na literatura historiográfica da química. Inicialmente uma prática, seja metalúrgica ou tintureira, depois uma disciplina ao serviço da medicina até o século XVII, alcança maturidade teórica e é sistematizada no século XVIII por Lavoisier, quando é legitimada e respeitada academicamente, alcançando certa centralidade, mesmo que Kant a tenha visto apenas com uma arte sistemática. Já no século XX, perde centralidade para a física por causa do reducionismo e, recentemente, é transformada em ciência de serviço pela biologia. Na atualidade, busca ganhar emancipação da física e definir sua autonomia disciplinar. É, na atualidade, um campo inter e multidisciplinar marcado por múltiplas disciplinas, uma ciência pós-acadêmica e pós-industrial (Sjöström, 2006).

Bensaude-Vincent e Stengers (1992), em um dos livros mais importantes de história da química, tomam explicitamente a identidade disciplinar da química como problemática e transversal à sua história disciplinar. Nesse livro, as autoras organizam a narrativa em torno cinco eixos capazes de mapear sua identidade, continuamente articulada entre práticas instrumentais, às profissões e às instituições. Um primeiro eixo refere-se às suas origens (filosofia natural, alquimia e artes práticas); o segundo refere-se ao processo de racionalização como ciência nos séculos XVII e XVIII. No século XIX, a química torna-se uma ciência de professores e desempenha papel central na expansão industrial; no século XX, há o desmembramento do território (subculturas químicas).

Utilizando o referencial de Combrie sobre os estilos científicos encontrados na Europa e reatualizados por Hacking (2002), Bensaude-Vincent (2009) classifica o estilo de pensamento da química como estilo de laboratório e, posteriormente, defende “chemistry as thecnoscience” (Bensaude-Vincent, 2010). Chamizo (2012), em *Technochemistry. One of the chemists’ ways of knowing*, defende a tecnociência como uma forma de conhecimento químico. Talanquer (2012) também defende que a química deve ser caracterizada como uma tecnociência e, dessa forma, deve aproximar elementos de sua prática ao seu ensino (Talanquer, 2011; Talanquer; Pollard, 2010).

Há consenso em considerar a química uma tecnociência (Laszlo, 2012; Bensaude-Vincent, 2010, 2009). Em 2005, duas edições da revista *Perspectives on Science* aplicaram o conceito de tecnociência à química na discussão da “produtividade tecnocientífica” das ciências experimentais. Nesses artigos, Klein (2005) defende que a pesquisa em química, nos séculos XVII e XVIII, era tecnocientífica, e Rheinberger (2005) defende que a noção de fenomenotecnia, que Gaston Bachelard cunhou para caracterizar a física e a química no século XX, foi a precursora da tecnociência.

Nordmann (2006) utiliza o termo metaquímica, de Bachelard (2006), para defender a química como uma ciência interventiva. A metaquímica, para Nordmann, organiza a prática científica. Também Bensaude-Vincent (2009, 2010) tem reiteradamente trabalhado na temática. Ambos problematizam uma filosofia da tecnociência como distinta da filosofia da ciência, no sentido dos objetos de pesquisa. Quando um experimento é apresentado como uma evidência científica que confirma ou desconfirma uma hipótese, isso concorda com uma visão tradicional de ciência. Quando moléculas orgânicas são apresentadas por sua capacidade de servir

individualmente como corrente elétrica e por suportar fortes correntes, isto é uma grande marca da tecnociência. A diferença fundamental das tecnociências é posta no sentido do seu interesse (Chamizo, 2012; Talanquer, 2012).

“A química é uma tecnociência por duas razões: por causa de sua característica dual como ciência e como tecnologia e porque existem muitas técnicas envolvidas em práticas experimentais” (Bensaude-Vincent, 2009, [não paginado]). Bensaude-Vincent (2010) argumenta com algumas vantagens dessa perspectiva para a historiografia da química e a filosofia da química. Uma primeira é alargar os estudos históricos. A visão padrão da historiografia da química é avaliar o avanço da química do ponto de vista da física. A emergência da química moderna estava associada à adoção por parte dos químicos das teorias atômicas e mecanicistas. Revisões desse padrão têm sido feitas dando importância ao laboratório. Tecnociência não é um termo neutro e não representa uma soma de ciência e tecnologia. É uma forma diferente de produção de conhecimento. Esse conceito destrói a imagem de ciência pura, neutra e desinteressada, autônoma e puramente cognitiva (Bensaude-Vincent; Simon, 2008). Para esses autores, a especificidade epistemológica da química é sua impureza; ela é uma ciência transgressora, pluralista, heterogênea.

Talvez a maior dificuldade em pensar a química deva-se ao fato de ela não constituir um corpo disciplinar homogêneo e, como ciência central que é considerada, estar inscrita em mais do que um registro filosófico, o que acarreta a mobilização de diversos estilos cognitivos e de estilos de aprendizagem e modos de ensino diferentes. Este fato, aparentemente incontroverso está ainda muito pouco investigado. Não assumir este pluralismo constitutivo, não descrevê-lo e determiná-lo, dificulta pensá-lo e por consequência ensiná-lo, isto porque faz com que o currículo, a pesquisa e o ensino sejam socializados em boa parte por códigos de natureza tácita ou implícita. Assim, se tentarmos melhorar o ensino de química é necessário primeiro assumir explicitamente este pluralismo constitutivo, depois cartografá-lo na busca de eixos orientadores: primeiro do pensamento, depois do currículo e finalmente do ensino, de tal sorte que o ensino seja o mais próximo possível da forma química de operar, de pensar. (Ribeiro; Costa Pereira, 2012, [não paginado]). Desse pluralismo da práxis química derivam os vários estilos cognitivos, didáticos e de aprendizagem.

2 Currículo de Química: ensino conservador, mecânico e algorítmico

O currículo de química não tem uma filosofia explícita, e, implicitamente é orientada por pelo reducionismo fiscalista. Para Laszlo (2012) o reducionismo expõe a pedagogia química a um paradoxo iminente, de ser uma ciência indutiva, abdução, contudo, pensada e fundamentada em explicações fiscalistas de carácter dedutivo. Isso faz negligenciar o carácter pluralista, inexato, aproximativo e diagramático da química, ou seja, seu carácter inovador e criativo, e faz o ensino ser altamente conservador, mecânico e algorítmico. Como consequência disso, o pluralismo químico é transmitido implicitamente (Ribeiro; Costa Pereira, 2012). O fiscalismo e o reducionismo não são instrumentos pedagógicos eficazes na solução de alguns problemas da química: o carácter enciclopédico dos conteúdos químicos, fruto tanto do seu crescimento exponencial como de sua natureza sistêmica e organizacional; da multiplicidade de esquemas, modelos e representações; do pluralismo constitutivo; das contradições e circularidade dos conceitos centrais; do carácter inobservável e da falta de referentes das entidades químicas que faz o laboratório ter um carácter de conversão teológica e necessitar da transição; do carácter icônico da linguagem química, que constrói uma semiótica própria e faz trabalhar com a abdução e necessitar da visualização e competência representacional (Laszlo, 2012).

O reducionismo está presente na identificação das ideias centrais da química, um dos objetivos mais importantes das políticas curriculares, interpretadas como princípios físico-químicos que permitem dar explicações, mas não são utilizados no dia a dia dos químicos (Scerri, 2006; Talanquer; Pollard, 2010). Conceitos como estabilidade, funcionalidade, emergência são transmitidos intuitivamente, de forma implícita, como “una química agazapada” (Talanquer, 2011).

É como se os químicos tivessem que aceitar a matemática para ter alguma legitimação no currículo e que, implicitamente, a única forma de aceitar o pensamento químico no currículo escolar é através de sua redução a princípios físicos que permitem sua matematização ou modelagem a princípios físico-químicos fundamentais. É como se os químicos usassem uma série de argumentos e conceitos para explicar e prever na prática ordinária e valorassem outro tipo de conhecimento e explicações nas salas de aulas. (Talanquer, 2011, p. 150).

Outra evidência do reducionismo pode ser vista nos obstáculos conceituais e epistemológicos (Furió, 2000).

São exemplos, principalmente, as relações de superveniência (micro/macro), quando propriedades moleculares são confundidas com propriedades atômicas, bem como mereológicas (parte/todo) átomo/molécula e as relações modelo/realidade. Esse contexto expõe o sistema pedagógico da química a uma ambiguidade. A maioria dos conceitos da química é contra-intuitiva e a prática pedagógica está repleta de concepções alternativas. Uma evidência de que essas concepções são expressão de falta de planejamento epistemológico do ensino (Taber; Watts, 2000).

3 Filosofia da Química: formação crítica e humanista

Outra linha de debate é de se formular e estabelecer objetivos do currículo de química, como formação crítica e humanista: formação não apenas do profissional, do futuro químico, foco atual do currículo, mas de um intelectual crítico, capaz de articular a química no contexto dos saberes. Para tanto, filósofos da química defendem a filosofia da química como necessária para mudar a visão de natureza, formação dos professores e tornar explícitos os objetivos da química, como será comentado a seguir.

3.1 Visão dinâmica de natureza

Para Earley (2004), os cursos de química têm hoje como finalidades principais introduzir os alunos na cosmologia do mecanicismo e do atomismo, já ultrapassada pela prática científica. Um segundo objetivo dos cursos introdutórios é fornecer evidências de uma abordagem analítica da ciência. Defende Earley (2004, 2012) que a ciência atual advoga em nome de uma visão sintética, principalmente da metafísica de processos.

Earley (2012) tem evoluído em sua proposta e defende que a educação química deve alterar sua ideia de natureza, incluindo uma noção dinâmica, e que isso iria imunizar contra muitos obstáculos epistemológicos e conceituais. Nesse contexto, os professores teriam que desenvolver a competência de criar a narrativa que melhor integrasse os diversos conceitos, contextos, modelos e teorias da química. O autor propõe um curso de química geral com esse enfoque, através da contextualização dos conceitos.

3.2 Formação de professores de química

Bildung (2007), Sjöström (2012) e Eriksen (2002) defendem que, em face da sociedade do risco, a formação do químico necessita de elementos de reflexividade e problematização. Defendem, assim, uma formação liberal (Bildung) e a necessidade de um discurso mais reflexivo e crítico. Isso geraria um alargamento do discurso da educação química para além dos conteúdos disciplinares. A filosofia da química instrumentalizaria o discurso químico na forma de uma metaquímica para fazer frente ao objetivismo e ao reducionismo em química (Sjöström, 2007). Isso possibilitaria o empoderamento dos professores (Erduran et al, 2007). O objetivo do currículo seria, então, a formação de um profissional intelectual e pensador da química, capaz de integrar a atividade prática de ensino e pesquisa em uma dimensão humana ampliada, de pensar para além do interesse técnico.

3.3 *Explicitar valores científicos da química*

Schummer (1997, 1999), num trabalho sobre a produção química em 300 artigos publicados, concluiu que os valores científicos da química não são explícitos. Isso, na compreensão do autor, compromete a compreensibilidade e inteligibilidade da química. Defende o autor que a filosofia da química deveria ter a função de esclarecer os objetivos científicos, entre os quais o perfeccionismo da química e seus valores estéticos.

4 Filosofia da Química: visibilidade da Química

Há uma um número insuficiente de graduados em licenciatura em química relativo às necessidades do mercado de trabalho. Os departamentos de graduação em licenciatura em química possuem dificuldade em atrair estudantes para sua área. Davis Baird (2005), conforme relatado no livro “Philosophy of Chemistry” de David Baird; Eric Scerri e Lee McIntyre (2009), certo dia, assistiu a uma conferência de historiadores e filósofos em ciência e tecnologia, onde muitos pesquisadores afirmavam que os departamentos de química não teriam mais o que fazer para atrair estudantes. Baird afirma que, na Universidade onde trabalhara na Carolina do Norte (USC), o número de estudantes egressos em química é o quádruplo dos iniciantes em física. A USC retrata um caso isolado. Quando Baird explicou aos historiadores que assistiam à palestra que a química contemporânea é, com efeito, uma disciplina muito ativa e produtiva, um historiador que estava ao seu lado perguntou: “-Mas o que fazem tantos estudantes graduados”? “-Projetos de investigação, medições, modelos...”, respondeu uma colega de Baird. Não temos como não nos maravilhar diante da química. Segundo Baird (2005), todo o visível ostenta a arte de quem a desenvolve. Existem produtos usados há muito tempo e outros novos, de tecnologia avançada, com nano partículas que produzem efeitos e qualidades surpreendentes. Como o ar que respiramos, a química nos envolve. Porém, não vemos o trabalho dos químicos no mundo em que vivemos, “a química está denegrada pelos físicos e ignorada pelos filósofos” (Baird, 2005). A filosofia da química vem auxiliando a química a tornar-se visível e aceita como passível a reflexões críticas dentro e fora do laboratório. “A química está em todos os lugares e em lugar algum” (Bensaude-Vincent & Stengers, 1992).

Apesar da sua quase onipresença, essa ciência apresentou-se, até meados dos anos 90, quase invisível aos filósofos (Van Brakel, 2006, 1999). Nesse contexto de superação dos limites disciplinares de um campo essencialmente interdisciplinar e fragmentado, com exemplos de inter, multi e policiências, nasce a filosofia da química (Schummer, 2006; Sjöström, 2006). Após os anos 1950, a química se transforma em uma ciência pós-acadêmica e pós-industrial, caracterizada por uma investigação eminentemente interdisciplinar e superando os seus subcampos disciplinares mais tradicionais (Sjöström, 2006). Para Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a química,

apesar de sua longa história, múltiplos atores e contextos, enormes êxitos técnicos e práticos, alternativamente servidora, mestre ou rival de suas vizinhas, a física e a biologia, não acabou ainda de definir sua identidade e o seu lugar na enciclopédia. E mais, Bensaude-Vincent (2008) defende que a química, como uma tecnociência que combina o conhecer e o saber fazer, o real e a representação, focada no desempenho e na produtividade, que trabalha com uma rede variada de autores, com uma pesquisa interdisciplinar, poderia tornar-se a ciência modelo do século XXI. Isso diz respeito à difícil relação entre filosofia e química, principalmente no século XX.

O campo da física, por exemplo, como afirma Schummer (2005), demonstra esplêndidas teorias, reflexões sobre a relatividade, sendo que a teoria quântica e as teorias da física em geral vêm dominando a filosofia da ciência do século XX. A química oferece uma quantidade de modelos, que se baseia, tanto em teorias da física quanto em generalizações experimentais. Focando melhor nosso olhar, é possível ver a química como a física aplicada complicada. Ou seja, para entender a ciência, seria necessário entender a física. Para Ribeiro (2012), o conhecimento em química é orientado por um fisicalismo reducionista, um positivismo pedagógico e uma formação profissional de futuro cientista. Enfim, segundo Berkel (2005), citado por Ribeiro (2012), o ensino de Química, hoje, transmite a ciência como produto e não como processo. Naturalmente, os filósofos da ciência têm sua atenção concentrada na física, uma vez que é uma ciência fundamental. Mas o fundamental não significa necessariamente o mais importante (Scerri, 2003) e, tendo em vista a riqueza e complexidade da química, que serve de elo entre a física e a biologia, espera-se que o estudo filosófico acrescente contribuições para a ciência como um todo. Scerri (1997) argumenta que a dimensão filosófica da química necessita de uma atenção especial. A teoria atômica, por exemplo, só foi reconhecida através dos artigos de Einstein, pela física, sendo que, os químicos, não só tinham certeza da existência dos átomos, como propunham os primeiros modelos de reações químicas. Observa-se também que, enquanto muitos nomes da física e da matemática se destacaram pelas suas reflexões filosóficas, sempre foi precário o número de químicos-filósofos (Ribeiro, 2012). A física traçou suas origens à filosofia, porém a química, com exceção da alquimia, delineou suas raízes à física. Antes da virada do século XX a química estava no centro das atenções filosóficas, porém, após a descoberta da radioatividade e com o desenvolvimento da teoria quântica, o ensinamento de átomo foi retirado e ligado à Física. Segundo Scerri (2003), nesse período os químicos passaram a ser vistos como profissionais fazendo Física aplicada.

5 Filosofia da Química: passado, presente e futuro

Joachim Schummer (2005) se surpreende diante da incapacidade dos filósofos, nos tempos recentes, em abordar química. Diante da magnitude, importância e vasta história desta ciência, é um campo que não se pode ignorar. Schummer perpassa o passado, o presente e transpõe sobre o futuro da filosofia da química. No passado, existiu uma tradição marxista de revisão da química, cultivada por Friedrich Engels e prorrogada pelos países marxistas. E quando os filósofos abandonaram este campo, tomaram seu lugar historiadores e educadores químicos. Foram escritos textos filosóficos sobre química. Já nos anos oitenta do século XX, tamanho foi o descuido em relação à filosofia da química, pois não há contribuições ou debates importantes na área. Esta situação começou a mudar na década de noventa: numerosas conferências dedicadas exclusivamente à filosofia da química, a publicação de Hyle e Foundations of Chemistry e a criação da “Sociedade Internacional para a filosofia da química (ISPC). A ISPC vem realizando conferências internacionais de filosofia da química desde 1997.

Schummer (2005) destaca os temas de importância em filosofia da química: o reducionismo, as tentativas de adaptar à química conceitos da filosofia da ciência, como o naturalismo, a ética profissional, a história da ciência. A filosofia da química poderia explicar conceitos como: elemento, substância pura, composto, afinidade eletrônica, a lógica das reações químicas, da classificação química, métodos de descobrimento que foram importantes para cientistas que tiveram êxito, as relações entre ciência e tecnologia. Para entender o mundo material em que vivemos, em constantes mudanças, necessitamos noções mais aprofundadas de substância, por exemplo, uma noção de como os cientistas chegaram a essas substâncias, como as identificamos e como as projetamos frente ao futuro num mundo que está em constante processo de construção. Segundo Scerri (2005), mesmo químicos teóricos, a partir da década de setenta, quando trabalhavam com o desenvolvimento de modelos de química quântica, começaram a pôr em dúvida o reducionismo, afirmando que os fenômenos químicos se dão num nível mecânico quântico, mas não se reduzem a ele. A partir dos anos noventa, a necessidade de reflexões filosóficas sobre a química foi ficando mais visível, sendo essencial, tanto para a análise de teorias, leis, tanto para situar a química no conjunto da cultura e na história das ideias. Químicos já não trabalham em isolamento, mas em grupos de trabalho, intercâmbio de ideias.

Encuentros periódicos em muchos países, como el Werkgroep Filosofie van de Chemie em Holanda, el Gruppo Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica em Italia y Arbeitskreis Philosophie und Chemie em Alemania(...). Em 1994, los encuentros nacionales si convirtieron en una serie de conferencias internacionales em Londres (marzo), Karlsruhe (abril), Marburgo (noviembre) y Roma (diciembre). Em 1997 los vínculos internacionales posibilitaron el establecimiento formal de la Sociedad Internacional para la Filosofía de la Química, que sostiene simposios anuales em verano. (Schummer, 2005, p.783).

Porém a filosofia da química ainda é uma área essencialmente americana e europeia. Dos países sul-americanos, apenas a Argentina e Colômbia, na figura dos pesquisadores Martin Labarca, Olimpia Lombardi e Andres Bernal Daza, Guillermo Restrepo, mostram contribuição significativa.

6 Filosofia da Química: formação dos professores

Em primeiro lugar, faz-se necessário que os docentes de química tenham uma formação epistemológica, desenvolvendo ou atualizando seus conhecimentos dos modelos epistemológicos. Segundo Adúriz-Bravo (2001), a reflexão sobre a ciência está incompleta se não inclui a consideração do componente epistemológico. O caráter instrumental da epistemologia contribui para a melhora de muitos aspectos do ensino e aprendizagem das ciências, particularmente da química (Adúriz-Bravo, 2001). Em segundo lugar, o currículo de química deveria incorporar, além dos conteúdos científicos propriamente ditos, os pertinentes à natureza da ciência química, sua evolução e suas relações com a sociedade e a cultura, sendo que esses conteúdos provêm em parte da epistemologia, em parte de outras disciplinas metacientíficas, ou seja, a filosofia é a fonte para a análise dos conteúdos para o currículo de química. Segundo Adúriz-Bravo (2001) “se debería enseñar epistemología a maestros y profesores de ciencias de todos los niveles educativos” (p. 50), ao mesmo tempo, pode-se afirmar que deve haver um conhecimento metacientífico amplo e crítico tanto a discentes como aos docentes de química. Eric Scerri (2003) recomenda a utilização dos filósofos em questões educacionais, sugerindo aos educadores um conhecimento maior da posição filosófica que assumem. O autor também lamenta que a filosofia, que fornece a análise mais sistemática dos modos de pensar, tem sido tradicionalmente

esquecida pelos químicos, e que os docentes devem avigorar os conceitos filosóficos que contribuiram para melhorar (ou piorar) o desenvolvimento da ciência química. Segundo Fleck (1965), citado por Condé (2012), não pode haver uma observação neutra e objetiva pelo indivíduo, sendo que o propósito das observações influencia a natureza dessa observação. Nesse sentido, os docentes devem conhecer e debater acerca dos contextos onde a ciência foi desenvolvida, a prática dos pesquisadores, suas dificuldades, a socialização, consolidação e difusão do conhecimento, as relações entre raciocínio lógico e cognição em geral, sobre o papel das imagens, metáforas, representações e mudanças na linguagem. A institucionalização da Filosofia da química nos currículos de Licenciatura em química encaminhará à reflexão sobre a natureza do conhecimento químico, o desenvolvimento de abordagens mais contextualizadas e debates teóricos.

Ribeiro (2012) afirma que a educação química será beneficiada com a filosofia da química na formação inicial dos professores. Scerri (2003) também afirma que pesquisadores em educação química distinguem vários equívocos em relação à compreensão de conceitos químicos por parte de estudantes, muitos deles causados por confusões filosóficas nas explicações abordadas em sala de aula, ou seja, devido à linguagem utilizada pelo professor. A filosofia da química auxilia a esclarecer o sentido de alguns termos, como a utilização do vocábulo “modelo”, comumente empregado no ensino das substâncias químicas, pois tais modelos devem ser eficazes porque, muitas vezes, são identificados como fundamentações filosóficas, versões simplificadas em excesso ou visões distorcidas de teorias complexas.

La ciencia por cuanto es ella misma en una de sus dimensiones un discurso, puede ser entonces tomada como objeto de estudio por parte de la filosofía y de las diferentes ciencias sociales. Así se ha hablado, por ejemplo, de la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia, la filosofía de la ciencia, la pedagogía de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2000, p.47).

A educação química necessita de discussões filosóficas, para ser possível uma aceção clara em relação aos níveis de linguagem e discursos, natureza da explicação e importância dos modelos, clarificação de conceitos e especificação de uma didática. Chassot (2003) aponta que

(...) buscar ver como se enraíza e é enraizada a construção do conhecimento é cada vez mais uma necessidade para que possamos melhorar nossa prática docente. Esta passa a ser uma exigência importante para que melhor possamos entender os conhecimentos que transmitimos (Chassot, 2003, p. 272).

Porém, o saber relacionado à filosofia e ao modo de construção dos conhecimentos, buscando a raiz dos saberes, das teorias químicas, é uma necessidade que, atualmente está distante das aulas do curso de Licenciatura em Química em muitas universidades. Na prática, existem inúmeras barreiras para a inclusão da Filosofia no currículo de química. Muitas dessas são originadas no fato de alguns docentes relatarem em utilizar o tempo de suas aulas no estudo do que é visto como “periférico” (Wandersee, 1992). Outros educadores, segundo o autor, ainda evidenciam apreensão com a extensão dos debates entre cientistas e a natureza provisória do conhecimento científico, afirmando que os “discentes podem perder a confiança no valor do objeto em si, prejudicando a aprendizagem”. Segundo Guilherme Cutrera (2008), dentro de uma concepção realista ingênua, os princípios de verdade, neutralidade e superioridade são características do conhecimento científico. Em consequência, os saberes cotidianos são considerados formas inferiores, as ideias dos alunos são considerados erros que devem ser suprido por um conhecimento

verdadeiro. Teorias antigas não são reexaminadas, nem sujeitas às transformações, acabam sendo naturalizadas, adquirindo uma visão de verdade estável e imutável.

7 Filosofia da Química: proposta para a Licenciatura em Química

Berkel (2005), citado por Ribeiro (2012), defende a necessidade de explorar uma estrutura específica pelo esforço conjunto entre filósofos químicos, que têm produzido o campo disciplinar da Filosofia da química, e educadores químicos. Segundo Ribeiro (2012), citando Talanquer (2011), a química que se faz deve ser aproximada da química que se ensina. Este diálogo, segundo Ribeiro (2012), apenas inicia, através de algumas propostas que têm buscado interpretar a essência e especificidade da química e transpor para o contexto do ensino. Basicamente, uma disciplina que contemple a filosofia da química deve promover o debate sobre: modelo, lei, teoria e representação; método científico; observação na ciência; os aspectos filosóficos da alquimia e da história da química; exemplos de contextos da química e trabalho dos químicos; a utilização de recursos não textuais, como imagens, vídeos e músicas para provocar discussões sobre a química e a filosofia.

Na introdução ao ensino de química, por exemplo, Wandersee (1992) sugere algumas atividades que podem ser desenvolvidas em classe, tais como: dramatizações de fatos históricos da química; aproveitamento de recursos tecnológicos (sites históricos); de modelos históricos; “vinhetas” animadas; vídeos; construção de linha do tempo; utilização de simulações históricas, etc. Todas essas atividades, num enfoque filosófico, despertam a curiosidade em relação à química e podem tornar a disciplina mais envolvente para os discentes, de maneira a aprimorar seu aprendizado.

Considerações finais

A pesquisa bibliográfica realizada em relação aos primeiros passos da Filosofia da Química, nos mostra que a mesma pode levar à compreensão da estrutura química, um entendimento mais abrangente das questões formuladas, a reflexão sobre a prática, auxiliando a esclarecer o sentido de alguns termos. A educação química necessita de discussões filosóficas, para ser possível uma aceção clara em relação aos níveis de linguagem e discursos, natureza da explicação e importância dos modelos, clarificação de conceitos e especificação de uma didática. É nesse contexto que a filosofia da química faz-se urgente e pode fornecer subsídios teóricos para contextualizar as explicações, tornando o ensino de química significativo e real, visto que os docentes precisam de formação, de esclarecimento conceitual.

A filosofia da química pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses sociais; pode tornar as aulas mais motivadoras e reflexivas, estimulando as capacidades de pensamento crítico; podem contribuir para uma maior compreensão dos conteúdos científicos, evitando aulas onde se recitam fórmulas e equações que poucos sabem o significado. As percepções de ciência do docente e sua maneira explícita de entender a epistemologia, de situar, de contextualizar os conceitos dentro da história, influenciam na abordagem dos conteúdos na sala de aula e na consequente construção de um conhecimento químico.

A cada uma dessas definições e caracterizações da identidade da química associa-se uma estrutura pedagógica particular, uma forma de organizar, selecionar conteúdos e também de desenvolvimento curricular. Essas diversas caracterizações relacionam-se, por diferentes formas, com o currículo de química.

Referências bibliográficas

ADÚRIZ-BRAVO, Augustin (2001). Integración de la epistemología em la formación del profesorado de ciências. Tese (Doutorado), Universitat Autònoma de Barcelona.

ADÚRIZ-BRAVO, A. e ISQUIERDO, M. (2000). "Structuring" ideas from philosophy of science for physics teacher education, en Abstracts of International Conference Physics Teacher Education Beyond, 135, Barcelona: PTTIS.

BAIRD, David; SCERRI, Eric & MCINTYRE, Lee (coord.), (2009). Philosophy of Chemistry. Synthesis of a New Discipline, México: Springer.

BENSAUDE-VINCENT, B. The chemists' style of thinking. Ber.wissenschaftsgesch. 32 p.365–378.

CHAMIZO, J (2012). A. Technochemistry. One of the chemists' ways of knowing (prelo).

CHASSOT, Attico (2003). Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 3 ed.

DUARTE, M. C. (2003). A História da Ciência e o Ensino das Ciências: Contributos Desafios. Lição de Síntese das Provas de Agregação (não publicada). Universidade do Minho.

DUARTE, M. da C. (2004). A história da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. Ciência & Educação. V. 10, n.3, p. 317-331.

EARLEY, J. E. (1965). Would introductory chemistry courses work better with a new philosophical basis? Foundations of Chemistry, Vol. 6, 2004, pp.137–160.

FURIÓ, Carlos Y FURIÓ, Cristina (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. Educación Química 11[3].

HACKING, I. (2002). Ontologia histórica. São Leopoldo: Unisinos.

LEONARDÃO, Eder João et ali (2003). Green Chemistry- os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. Quim. Nova, Vol. 26, No. 1, p. 123-129. 1, p.45-68.

PORLÁN, R.A. (1998). Passado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, v.16, p.175-185.

RIBEIRO, M. A. P. & COSTA PEREIRA, D. (2012). Constitutive Pluralism of Chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. 11 international IHPST e Greek History, Philosophy and Science Teaching- Thessaloniki, Grecian, 3-6 July.

RIBEIRO, M. A. P. & COSTA PEREIRA, D. (2012). Constitutive Pluralism of Chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. Science & Education, online, first, 7 January.

RIBEIRO, Marcos Antonio Pinto e Pereira, COSTA DUARTE (2012). Diagrama fundamental da educação química: Uma proposta fundamentada na filosofia da química. XVI Encontro Nacional do Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), Salvador, Bahia, Brasil, 17 a 20 de julho.

SCERRI, Eric (2003). On the nature of chemistry. *Educacion Quimica*, 10 (2), p.74-78.

SCERRI, Eric (2003). Philosophical Confusion in Chemical Education. *Journal of Chemical Education* 80.

SCERRI, Eric R. (2007). The Ambiguity of Reduction. *Karlsruhe: HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry* 13, p. 67-81.

SCHAB, J. (1964). Problems, Topics and Issues. In S. Elan, *Education and the Structure of Knowledge*. Chicago, IL. Rand McNally.

SJÖNSTRÖM, J. (2006). Beyond classical chemistry: Subfields and metafields of the molecular sciences. *Chemistry International*, 28(September–October), p. 9–15.

TABER, K. S. & Watts, M. (2000). Learners' explanations for chemical phenomena. *Chemistry Education: research and practice in europe.*, vol. 1, no. 3, p. 329-353.

WANDERSEE, J. (1985). Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), p. 581-597.