

Filosofia e História da Química para educadores em Química

Débora Schmitt Kavalek

Diogo Onofre de Souza

José Cláudio Del Pino

Marcos Antônio Pinto Ribeiro

Resumo

O ensino de química nas escolas de ensino básico apresenta muitas dificuldades, incertezas, desafios e críticas que necessitam de discussões. A química que se ensina, na maioria das escolas, desde o 9º ano até o 3º ano do Ensino Médio, prioriza a memorização de fórmulas e teorias descontextualizadas, empregando, muitas vezes modelos de limitada compreensão, levando à interpretação equivocada de fenômenos e conceitos, em meio a um currículo com necessidade de questionamentos e revisão. Nesse sentido, acredita-se que a filosofia da química pode fornecer subsídios teóricos para o ensino de química. 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 que almejamos neste trabalho através de pesquisa bibliográfica em alusão à vinculação da filosofia da química na qualificação do ensino.

Palavras-chave: Ensino; Química; Filosofia da Química.

Abstract

The teaching of chemistry in schools of basic education presents many difficulties, uncertainties, challenges and criticisms that need discussions. The chemistry that is taught in most schools, since ninth grade until the third year of high school, prioritizes memorization of formulas and theories out of context, employing, often limited understanding models, leading to the mistaken interpretation of phenomena and concepts, in the midst of a resume with need for questions and review. In this sense, it is believed that the philosophy of chemistry can provide theoretical support for the teaching of chemistry. The need arises therefore if insert and articulate the chemistry to philosophy, introducing, among other activities, the debate on: model, law, theory and representation; scientific method; observation in science; the philosophical aspects of the history of chemistry; examples of chemical contexts and work chemicals; discussions on chemistry and philosophy, to humanize science and closer social interests, the goal that we aim in this work, through bibliographical research in allusion to the binding of the philosophy of chemistry in teaching qualification.

Keywords: Education ; Chemistry; Philosophy of Chemistry.

QUÍMICA E FILOSOFIA

Química e filosofia tiveram pouco diálogo durante o século XX. Entendemos que muitos problemas do currículo e formação em química encontram-se aí contextualizados. Isso gera problemas de consenso e comunicação entre os vários discursos no ensino em química. Por exemplo, filósofos da química defendem-na como uma ciência criativa, indutiva, prática, histórica, relacional, diagramática, classificatória, um exemplo de ciência interdisciplinar e tecnocientífica. Em contrapartida, seu ensino é

dogmático, conservador, dedutivo e algorítmico.¹ A química que se ensina é distante da química que se pratica. Isso faz o sistema pedagógico da química transmitir tacitamente as especificidades epistemológicas.

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 aqueles relacionados com o nível submicroscópico da matéria, 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.² Muitas pesquisas têm sido feitas nos últimos anos e comprovam que os alunos têm, muitas vezes, ideias que não evidenciam a realidade dos conceitos químicos fundamentais.³ Existe, sobretudo, a necessidade de melhorar o ensino de química através da formação dos professores, pois se percebe que há problemas na “aprendizagem dos docentes”, imprecisões e consequências destas na aprendizagem dos discentes.⁴ Para a pesquisadora, que reuniu pesquisas sobre equívocos dos alunos em onze áreas conceituais em química, a compreensão exata dos conceitos que envolvem a química se apresenta como um desafio significativo, sendo que, se esse fator não for levado a sério, a química permanecerá um mistério para muitos. Kind sugere que se entenda como os professores ensinam a fim de compartilhar “o que funciona” e desenvolver melhorias na prática.⁵ Já Schnetzler expõe sua experiência em participações acadêmicas pelo país, onde encontra um número significativo de novos doutores em química de diversas universidades, ansiosos por iniciar suas carreiras acadêmicas, especialistas em investigações químicas tão específicas, que se distanciam de preocupações com questões epistemológicas e pedagógicas da formação de futuros professores de química.⁶

¹ A. Chassot, *Catalisando transformações na educação* (Ijuí: Unijuí, 1993).

² Sobre esse assunto, vide Eduardo Fleury Mortimer, “Concepções atomistas dos estudantes,” *Química Nova na Escola*, nº 1 (1995); Lilavate Izapovitz Romanelli, “O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo,” *Química na escola*, nº 3, (mai. 1996); Andréa H. Machado & André I. A. Moura, “Concepções sobre o Papel da Linguagem no Processo de Elaboração Conceitual em Química,” *Química Nova na Escola*, nº 2 (1995); e A. R. Echverría, “Como os estudantes concebem a formação de soluções,” *Química Nova na Escola*, nº 3 (1996): 15-18.

³ Echverría, “Como os estudantes concebem a formação de soluções,” 19.

⁴ V. Kind, *Beyond Appearances: Students’ misconceptions about basic chemical ideas*, 2ª ed. (Durham: School of Education; Durham University, 2004) <http://www.rsc.org/> (acessado em: 27 de dezembro de 2014).

⁵ *Ibid.*

⁶ Wildson Luis P. dos Santos & Otavio Aloisio Maldaner, org., *Ensino de Química em foco* (Ijuí: Unijuí, 2013).

Outra dificuldade visualizada no ensino é a falta de autonomia da química, ou seja, a redução da ciência à física e à matemática. Neste sentido, a educação em química pode ser beneficiada e ter mais legitimidade, quando a mesma deixar de ser reduzida à física e à matemática. Questões como essas 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, que caminhem para o progresso e modificação da sociedade, atendendo a um dos objetivos da alfabetização científica defendida por Chassot⁷, a qual busca a inclusão social da população nos debates científicos.

Segundo Santos & Mortimer⁸, esse cenário passa a exigir do “novo cientista” uma maior reflexão e, sobretudo, a capacidade de dialogar com outras áreas para participar da análise dos conceitos numa abordagem multidisciplinar; disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisões inteligentes, compreender a realidade objetivando a solução de problemas práticos de importância social, como os ambientais, por exemplo. Nessa perspectiva, o ensino deve enfatizar também valores e atitudes das pessoas para preservação do ambiente, explorando conhecimentos relativos ao uso adequado dos produtos químicos⁹, propondo-se um reordenamento dos conteúdos, de forma que possa permitir que o aluno construa e reelabore seus modelos mentais, partindo do nível macroscópico do conhecimento químico e relacionando-o com os níveis representacional e microscópico. É nesse contexto que a filosofia e história da química tornam-se urgentes e podem fornecer subsídios teóricos para contextualizar as explanações, tornando o ensino de química significativo e real. Faz-se necessário um trabalho de escrutínio próprio da filosofia da química, na busca das respostas às questões básicas do sistema pedagógico da química em princípios de seleção, organização e decisões curriculares. O que é química? Para quê? Onde? Como? Quando? São perguntas que permeiam o ensino considerado socialmente válido para integrar o currículo. Assim, pensar em ciência é pensar em história e cultura, é discutir questões como cidadania, tecnologias, formação de professores, linguagem, história, política, saberes populares e escolares, religião, filosofia, sociologia, dentre outros.¹⁰ Nesse sentido, para termos um sistema pedagógico com caráter emancipatório e crítico, precisamos dar

⁷ Chassot, *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, 3ª ed. (Ijuí: Unijuí, 2003).

⁸ Wildson Luiz Pereira dos Santos & Eduardo Fleury Mortimer, “Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira,” *Ensaio - Pesquisa e Educação em Ciências* 2, nº 2 (dez. 2002).

⁹ Wildson Luiz Pereira dos Santos et al., “Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de abordagens e valores,” *Química Nova na Escola*, nº 20 (nov. 2004).

¹⁰ Chassot, *Alfabetização científica*.

maior atenção à sua filosofia ao formar os professores; contribuir com uma teoria do ensino (estruturas sintáticas e substantivas, estrutura dos conteúdos, transposição didática) bem como a maturidade profissional e organização dos saberes docente. Para estes contextos, a relação entre filosofia e química deve ser problematizada, escrutinada, mapeada e cartografada. E afinal, quais razões justificam a introdução da filosofia no curso de Licenciatura em Química? Quais as dimensões da filosofia da química que podem ser utilizadas no ensino para uma melhor qualidade das aulas? Será possível favorecer o ensino e a aprendizagem? Quais as pesquisas recentes sobre o tema? O que dizem os especialistas atuais?

Este trabalho busca problematizar o lugar da filosofia da química no campo do ensino de química. Primeiramente, será localizada a função da filosofia na evolução da química, bem como a importância das discussões filosóficas ao longo da história; após, 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, pesquisas publicadas na área, para, após, problematizarmos teoricamente e apresentarmos propostas para inserir a filosofia da química ao currículo.

FILOSOFIA DA QUÍMICA

Segundo Porto, já na década de 30 do século 20 se entendia que o ensino de Química nas escolas não deveria priorizar apenas conteúdos: já havia nessa época a preocupação com a filosofia e a história da química.¹¹ Hoje, a abordagem dos historiadores da ciência aponta para a contextualização de ideias, identificação de diferentes níveis superpostos de continuidade e ruptura em relação às ideias anteriores, as particularidades das interpretações das diversas fontes que contribuíram para o desenvolvimento da química, influências externas como: das artes, ofícios, da magia, impactos de natureza psicológica e social. Isso requer do docente uma formação e conhecimento que a filosofia da química, aliada à educação química, pode contribuir de forma significativa. Alguns filósofos da ciência já têm voltado seus olhos para a química há mais de um século. Porém, somente nos últimos dez anos, a mesma está sendo debatida e aplicada para entender o currículo e o ensino da disciplina.

A procura da desejável visibilidade da química no contexto da filosofia da ciência tem orientado um programa mínimo e inicial da pesquisa em filosofia da química:

¹¹ Paulo Alves Porto, "História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade," in *Ensino de Química em foco*, Santos & Maldaner, 160.

Quadro 1: Tabela das principais linhas de pesquisa no início da filosofia da química. Fonte: Schummer¹²

PROBLEMAS	PROBLEMAS ASSOCIADOS
Ontologia química	Tipos naturais, referenciação, sistema de classificação, propriedades materiais e organizações das redes de relações, periodicidade (Schummer, 2006; Harré, 2005)
Conceituação e representação	Linguagem icônica e diagramática; modelos; à explicação estrutural; dualidade e circularidade dos conceitos. (Schummer, 2006; Goodwin, 2003, 2008, 2010).
Questões fundacionais	Axiomatização da tabela periódica; teoria dos grupos; simetria e topologia (Schummer, 2006; Earley, 2004, 2006a, 2011)
Relação com a física e com a biologia	Reduccionismo/emergentismo/pluralismo; autonomia da química; ciência de serviço.

A primeira Conferência Internacional de filosofia da química foi realizada em 1994. As reuniões anuais da American Chemical Society dedicam sessões para questões relacionadas à interação entre a química e a filosofia. A primeira edição da revista *Foundations of Chemistry*, dedicada à Filosofia da Química, foi publicada em 1999.

Eric Scerri¹³ recomenda a utilização mais cuidadosa dos filósofos em questões educacionais, sugerindo ao educador 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 imêmore pelos químicos e que os docentes, por menos que seja de seu interesse, devem avigorar os conceitos filosóficos que contribuiram para melhorar (ou piorar) o desenvolvimento da ciência química. 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 importante¹⁴ 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 grandes contribuições para a ciência como um todo.

Joachim Schummer¹⁵ 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

¹² J. Schummer, "The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity," in *Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline*, ed. D. Bair, E. R. Scerri, & L. MacIntyre, 19-39 (Dordrecht: Springer, 2006).

¹³ E. R. Scerri, "Philosophical Confusion in Chemical Education Research," *Journal of Chemical Education* 80, nº 5 (2003).

¹⁴ Ibid.

¹⁵ J. Schummer, "Societal and Ethical implications of nanotechnology: Meanings, interest groups and social dynamics," *Techne: Research in Philosophy and Technology* 8, nº 2 (2005), <http://scholar.lib.vt.edu/> (acessado em 24 de janeiro de 2015).

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.

Schummer¹⁶ 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 e 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, necessitamos de 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 Scerri¹⁷, 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). En 1997 los vínculos internacionales posibilitaron el establecimiento formal de la *Sociedad Internacional para la Filosofía de la Química*, que sostiene simposios anuales em verano.¹⁸

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Eric R. Scerri, “Some Aspects of the Metaphysics of Chemistry and the Nature of the Elements,” *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry* 2, nº 11 (2005): 127-145.

¹⁸ Schummer, “Societal and Ethical implications of nanotechnology.”

Porém, a filosofia da química ainda é um campo de interesse essencialmente americano e europeu. 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.

Não temos como não nos maravilhar diante da química. Segundo Bair et al.¹⁹, 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. Porém, não vemos o trabalho dos químicos no mundo em que vivemos, “a química está denegrada pelos físicos e ignorada pelos filósofos”²⁰. A filosofia da química vem auxiliando a química a tornar-se visível e aceita como passível a reflexões críticas dentro e fora do laboratório.

Apesar da sua quase onnipresença, essa ciência apresentou-se, até meados dos anos 90, quase invisível aos filósofos.²¹ Nesse contexto de superação dos limites disciplinares de um campo essencialmente interdisciplinar e fragmentado, com exemplos de inter, multi e policiências, estrutura-se a filosofia da química.²² 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.²³

Para Bensaude-Vincent & Stengers²⁴, 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 & Stenger²⁵ 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 Schummer²⁶, demonstra esplêndidas teorias, reflexões sobre a relatividade, a teoria quântica e as teorias da física que, em geral, vêm dominando a filosofia da ciência do século XX. A química oferece uma quantidade de modelos que se baseia tanto em

¹⁹ D. Bair, E. R. Scerri, & L. MacIntyre, *Filosofia de la química: Síntesis de una nueva disciplina* (México: Fondo de Cultura Económica, 2011).

²⁰ Ibid.

²¹ J. Van Brakel, *Philosophy of chemistry. Between the manifest and the scientific image* (Leuven: Leuven University Press, 2000); J. Van Brakel, “On the neglect of the philosophy of chemistry,” *Foundations of Chemistry* 1 (1999): 111–174.

²² Schummer, “The philosophy of chemistry”; e J. Sjonstrom, “Beyond classical chemistry: Subfields and metafields of the molecular sciences,” *Chemistry International* 28 (Set.–Out. 2006): 9–15.

²³ Sjonstrom.

²⁴ B. Bensaude-Vincent & I. Stengers, *História da Química* (Lisboa: Instituto Piaget, 1992).

²⁵ Ibid.

²⁶ Schummer, “The philosophy of chemistry”.

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 & Pereira, o conhecimento em química é orientado por um fisicalismo reducionista, um positivismo pedagógico e uma formação profissional de futuro cientista.²⁷ Enfim, segundo Berkel, o ensino de Química, hoje, transmite a ciência como produto e não como processo.²⁸ Scerri & McIntyre²⁹ argumentam que a dimensão filosófica da química necessita de uma atenção especial. Antes da virada do século XX, a química estava no centro das atenções filosóficas, porém, com após a descoberta da radioatividade e com o desenvolvimento da teoria quântica, o ensinamento de átomo foi retirado da química e ligado à física. Segundo Scerri³⁰, nesse período os químicos passaram a ser vistos como profissionais fazendo física aplicada. Nesse sentido, docentes continuam a orientar o ensino da estrutura atômica baseando-se em modelos sem enfoque filosófico.

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 importante³¹ 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.

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA QUÍMICA: UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO

A química tem uma longa e rica história, caracterizada por visões filosóficas, diversas maneiras de interpretar o mundo, cosmologia, erros e acertos, escritos desorganizados, até o experimentalismo, o mecanicismo e a abstração matemática. Muitos historiadores alegam que, a partir dos trabalhos de Robert Boyle, e, principalmente, a partir da publicação do "The Sceptical Chemist", em 1661, o pensamento químico foi reformulado, colocando a química em seu patamar de "ciência-mecanicista".³² Boyle, segundo Alfonso-Goldfarb³³, tem seu interesse voltado à tentativa de "passar da Alquimia a uma ciência da matéria em consonância com a filosofia natural mecanicista"³⁴.

Por outro lado, ao ter consciência do pré-conceito em relação à química, formado por aqueles que cultivavam a "filosofia natural", Boyle se propôs a elaborar uma série de

²⁷ M. A. P. Ribeiro & D. C. Pereira, "Pluralistic Constitution of Chemistry: Planes of Thought, Curriculum Guidelines, Epistemological and Didactic," in *11th International IHPST and 6th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference*, 2011.

²⁸ Bernard van Berkel, "The Structure of Current School Chemistry. A Quest for Conditions for Escape," (Tekst. - Proefschrift Universiteit Utrecht, 2005) apud M. A. P. Ribeiro & D. C. Pereira, "Diagrama fundamental da educação química: Uma proposta fundamentada na filosofia da química," in *XVI Encontro Nacional do Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*, Salvador (17 a 20 de julho 2012).

²⁹ E. R. Scerri & L. McIntyre, "The case for the philosophy of chemistry," *Synthese* 111, nº 3 (jun. 1997): 213-232.

³⁰ Scerri, "Philosophical Confusion in Chemical Education".

³¹ Ibid.

³² A. M. Alfonso-Goldfarb, *Da alquimia à química* (São Paulo: Landy, 2001).

³³ Ibid.

³⁴ Ibid., 13.

experimentos e teorias ao mesmo tempo claros e precisos, a ponto de integrar a química a este novo saber universalizado.³⁵

Outro marco importante na história da química foram os trabalhos de Antonie Lavoisier, o *Traité élémentaire de chimie*³⁶, em 1791 e, considerada a “nova identidade da Revolução Química”³⁷, quando o trabalho de Lavoisier tornou-se formalizado, em 1890, através da publicação do livro “*La révolution chimique- Lavoisier*”³⁸. Já entre docentes de química, não há entendimento e um consenso sobre quando esta iniciou como ciência, alguns educadores acreditam que a química iniciou com o início da humanidade, outros com Boyle, outros com Lavoisier, há também os que defendem que a química iniciou com a ruptura da alquimia.³⁹

A maioria dos docentes preocupa-se em conhecer e orientar os educandos em relação aos conceitos em química, porém, não deveriam apenas trabalhar em suas aulas conceitos, teorias, fenômenos, mas, sim, a história desses acontecimentos e quais as questões filosóficas envolvidas nesses contextos. A história da química, numa perspectiva filosófica e reflexiva, deve ser aplicada como uma ferramenta para ensinar, pois estudantes envolvem-se com histórias e podem aprender através delas. O discente perceberá, assim, que os químicos que estudaram essas teorias foram seres humanos, que possuíam atitudes humanas, que erravam e acertavam.

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.⁴⁰ Esse problema tem relação direta com o currículo. Isso é captado por Laszlo em seu artigo “Towards Teaching Chemistry as a Language”⁴¹. 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. O que vem à tona é como montar entidades como átomos ou moléculas em outras entidades, conjuntos supramoleculares visando nanotecnologias, por exemplo. 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, muitos estudantes não conseguem distinguir conceitos, como por exemplo,

³⁵ Ibid., 167.

³⁶ R. Siegfried, “The Chemical Revolution in the History of Chemistry,” *Osiris* 4 (1988): 34-53.

³⁷ Ibid.

³⁸ Ibid.

³⁹ Débora S. Kavalek, “El papel de la historia y la filosofía de la ciencia en la formación de profesores de química: Un análisis Comparativo en UBA y UFRGS” (tese de mestrado, UTN, Argentina, 2010).

⁴⁰ M. A. P. Ribeiro, & D. C. Pereira, “Constitutive Pluralism of Chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations,” *Science & Education* 22, nº 7 (jul. 2013): 1809-1837.

⁴¹ P. Laszlo, “Towards Teaching Chemistry as a Language. *Science Education*,” *Science & Education* 22, nº 7 (jul. 2013): 1669-1706.

entre uma definição e uma propriedade, um elemento e um átomo, ou, simplesmente, uma substância e uma molécula.

Para Sjonstrom, no século XX, a química 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.⁴²

Bensaude-Vincent & Stengers⁴³ tomam explicitamente a identidade disciplinar da química como problemática e transversal à sua história disciplinar. As autoras organizam a narrativa em torno de 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 em subculturas químicas.⁴⁴

Bensaude-Vincent⁴⁵ classifica o estilo de pensamento da química como estilo de laboratório e, posteriormente, defende “chemistry as technoscience”⁴⁶. Chamizo⁴⁷, em *Technochemistry. One of the chemists’ ways of knowing*, defende a tecnociência como uma forma de conhecimento químico. Talanquer⁴⁸ também defende que a química deve ser caracterizada como uma tecnociência e, dessa forma, deve aproximar elementos de sua prática ao seu ensino.⁴⁹ Há consenso em considerar a química uma tecnociência.⁵⁰

Nordmann⁵¹ utiliza o termo metaquímica, para defender a química como uma ciência interventiva. A metaquímica⁵², para Nordmann, organiza a prática científica. Também Bensaude-Vincent⁵³ tem 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 não uma hipótese, isso concorda com uma visão tradicional de ciência. Quando moléculas orgânicas são apresentadas por sua capacidade de servir individualmente como corrente

⁴² Sjonstrom.

⁴³ Bensaude-Vincent & Stengers, 23-54, 128-129, 198-199.

⁴⁴ B. Bensaude-Vincent & V. Nurock, “Ethique des nanotechnologies,” in *Traité de bioéthique*, ed. Emmanuel Hirsch, vol. 1, 355-369 (Paris, Érés, 2010).

⁴⁵ B. Bensaude-Vincent, “The chemists’ style of thinking,” *Ber.wissenschaftsgesch* 32, n° 4. (dez. 2009) 365–378.

⁴⁶ Bensaude-Vincent & Nurock, “Ethique des nanotechnologies.”

⁴⁷ J. A. Chamizo, “Technochemistry: One of the chemists’ ways of knowing,” *Foundations of Chemistry* 15, n°2 (jul. 2013): 157-170.

⁴⁸ V. Talanquer, “Macro, Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triple,” *International Journal of Science Education* 33, n° 2, (jan. 2011) 179-195.

⁴⁹ Ibid.; e V. Talanquer & J. Pollard, “Let’s teach them how we think and not what we know,” *Chemistry Education Research and Practice* 11 (2010): 74-83.

⁵⁰ Laszlo, “Towards Teaching Chemistry”; Bensaude-Vincent & Nurock, “Ethique des nanotechnologies”; e B. Bensaude-Vincent, “The chemists’ style of thinking,” *Ber.wissenschaftsgesch* 32, n° 4. (dez. 2009) 365–378.

⁵¹ A. Nordmann, “From metaphysics to metachemistry,” in *Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline*, ed. D. Baird, E. R. Scerri, & L. McIntyre (Dordrecht: Springer, 2006): 347-362.

⁵² A. Metaquímica trata de como a química constrói as explicações, as teorias.

⁵³ B. Bensaude-Vincent, “The chemists’ style of thinking”; e Bensaude-Vincent & Nurock, “Ethique des nanotechnologies.”

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.⁵⁴

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.⁵⁵

Bensaude-Vincent & Nurock⁵⁶ argumentam 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, autónoma e puramente cognitiva.⁵⁷ Para esses autores, a especificidade epistemológica da química é sua impureza; ela é uma ciência transgressora, pluralista, heterogênea.

De acordo com Ribeiro & Pereira⁵⁸, 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, 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 mapeá-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.⁵⁹

A falta de identidade da química nos remete à metafísica das entidades e a materialidade dos objetos da química.⁶⁰ Quais são os objetos básicos da química? Não podem ser moléculas, pois existem

⁵⁴ Chamizo, "Technochemistry"; e K. Christan & V. Talanquer, "Modes of reasoning in self-initiated study groups in chemistry," *Chemistry Education Research and Practice* 13 (2012): 286-295.

⁵⁵ B. Bensaude-Vincent, "The chemists' style of thinking."

⁵⁶ Bensaude-Vincent & Nurock, "Ethique des nanotechnologies."

⁵⁷ B. Bensaude-Vincent & J. Simon, *Chemistry: The impure Science* (London: Imperial College Press, 2008).

⁵⁸ M. A. P. Ribeiro & D. C. Pereira, "Diagrama fundamental da educação química."

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ R. Harré & J.-P. Llored, "Mereologies as the grammars of chemical discourses," *Foundations of Chemistry* 13, nº 1 (abr. 2011): 63-76; e P. Needham & D. Pierre, *Mixture and chemical combination, and related essays*, Trad. P. Needham (Dordrecht: Kluwer, 2002).

substâncias iônicas, também não podem ser as substâncias puras, pois existem muitas substâncias que não podem ser isoladas e só existem artificialmente. São observáveis ou não? São tipos naturais? São redutíveis? As entidades químicas têm sido caracterizadas por uma grande polissemia. Existe sal na água do mar? É o problema que Earley discute.⁶¹ Estritamente falando, não podemos afirmar que exista NaCl no mar, quando muito podemos falar em íons de Cl⁻ e Na⁺ dissolvidos. Também, neste âmbito, corresponde à discussão acerca do estatuto ontológico e epistemológico de conceitos como elemento, átomo, molécula e dos conceitos relacionados à estrutura e fase. Também o problema da referencialidade e da organização dos sistemas de classificações⁶² e o sistema periódico em química, para Alvarez et al.⁶³. Desse pluralismo da práxis química derivam os vários estilos cognitivos, didáticos e de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 explanações, tornando o ensino de química significativo e real, visto que os docentes precisam de formação, de esclarecimento conceitual.

O ensino de química deve ir além da sala de aula: deve envolver filosofia, experiências culturais anteriores, história, psicologia e sociologia. Nesse sentido, a articulação entre essas áreas é um caminho para se chegar à alfabetização científica indispensável ao exercício da cidadania. Admitir a relação entre o passado da química e sua relação com a cultura, colocando lado a lado a ciência clássica e a moderna, restringir a distância entre a vida cotidiana e a química contemporânea, fornecem condições para entender o novo e desconhecido e utilizá-los na construção de conhecimentos mais desenvolvidos, sendo a posição filosófica a base para essa construção. Ao explicar a história e origem do saber químico, a filosofia da química contribui para um conhecimento culturalmente enraizado.

SOBRE OS AUTORES:

Débora Schmitt Kavalek

Doutoranda do Programa Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

⁶¹ J. E. Earley, "Why there is no salt in the sea," *Foundations of Chemistry* 7, nº 1 (jan. 2005): 85–102.

⁶² W. Lefèvre, "Viewing chemistry through its ways of classifying," *Foundations of Chemistry* 14, nº 1 (abr. 2012): 25-36.

⁶³ S. Alvarez, J. Sales, & M. Seco, "On books and chemical elements," *Foundations of Chemistry*. 10, nº 2 (jul. 2008): 79-100.

Diogo Onofre de Souza

Docente do Programa Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

José Cláudio Del Pino

Docente do Programa Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Marcos Antônio Pinto Ribeiro

Docente da Universidade Estadual da Bahia

Artigo recebido em 24 de janeiro de 2015
Aceito para publicação em 24 de junho de 2015