

A Abordagem Histórico Filosófica da Ciência na Educação em Química: uma ressignificação dos conceitos químicos

The Historical Philosophical Approach of Science in Chemistry Education: a resignification of chemical concepts

Flavio Tajima Barbosa

Universidade Federal do Paraná
tajima.barbosa@gmail.com

Joanez Aparecida Aires

Universidade Federal do Paraná
joanez.ufpr@gmail.com

Resumo

A abordagem Histórica e Filosófica da Ciência (HFC) pode promover uma educação significativa, pois permite que o aluno compreenda o empreendimento científico como uma construção humana, imersa em uma historicidade que lhe é própria, repleta de continuidades e descontinuidades e, passível, portanto, de modificações. Acreditamos que tal abordagem pode contribuir com o desenvolvimento da autonomia intelectual do aluno em relação à Ciência e seus modos de produção. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar possíveis articulações entre a História da Ciência e a Educação em Química por meio da apresentação de um caso histórico, mostrando a relevância que os conceitos químicos adquirem ao serem apresentados por meio desta abordagem.

Palavras-chave: história e filosofia da ciência, educação em química, história da química.

Abstract

The Historical and Philosophical Approach to Science (HFC) can promote a meaningful education, as it allows the student to understand the scientific enterprise as a human construction, full of ruptures, continuities and discontinuities, subject, therefore, to modifications. We believe that such an approach can contribute to the development of the student's intellectual autonomy in relation to Science and its modes of production. Thus, the present work aims to analyze possible links between the History of Science and Education in Chemistry by presenting a historical case, showing the relevance that chemical concepts acquire when presented through this perspective.

Keywords: history and philosophy of science, chemistry education, history of chemistry.

INTRODUÇÃO

A inclusão da abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências vem sendo discutida como possibilidade para que o aluno compreenda a Ciência como um empreendimento humano. Isso implica dizer que aquilo que denominamos conhecimento científico pode ser encarado como uma atividade humana, construída por pessoas que ao longo da história vêm elaborando explicações para os fenômenos que as cercam.

Desse modo, por meio desta abordagem, o aluno pode conceber a ciência enquanto *processo*, ou seja, como uma construção que é influenciada pelo contexto histórico e cultural na qual está inserida, sendo, portanto, contingente e dependente de problemas que são originados em contextos específicos. Dessa forma, julgamos que como resultado do processo de aprendizagem, compreender conceitos científicos implicaria também conhecer sobre os processos de construção do conhecimento científico (McCAIN, 2015; KAVALEK et al., 2015; TOLVANEN, 2014).

Partindo dessa perspectiva, acreditamos ser fundamental que tanto professor como aluno conheçam os processos pelos quais os conceitos científicos foram sendo ressignificados ao longo da história, pois assim ampliam-se os nexos entre o conhecimento científico e outros interesses humanos (SJÖSTRÖM, 2013). Naturalmente, esse processo envolve estabelecer relações práticas voltadas ao contexto de sala de aula, com reflexões e sugestões de trabalho que permitam ao professor compreender de que maneira os conteúdos químicos podem ser abordados a partir de uma perspectiva histórica (GANDOLFI; FIGUEIRÔA, 2017).

Nesse sentido, neste trabalho temos como objetivo analisar possíveis articulações entre a História da Ciência e a Educação em Química por meio da apresentação de um caso histórico, mostrando a relevância que os conceitos químicos adquirem ao serem apresentados por meio desta abordagem. Assim, apresentaremos na próxima seção um tópico dentro da História da Química que julgamos ser pertinente à Educação em Química devido à riqueza conceitual que o tema suscita: trata-se da *Tabela das Diferentes Relações Observadas entre Diferentes Substâncias*, apresentada em 1718 em França por E. Geoffroy (1672-1731).

Julgamos com isso trazer à tona algumas reflexões envolvendo a HFC que podem contribuir para que o professor de química adquira autonomia para questionar e ressignificar o quê e como ensina os conteúdos químicos, compreendendo quais os possíveis caminhos que podem ser seguidos neste sentido.

A TABELA DAS RELAÇÕES

Nas últimas décadas, a historiografia da química vem oferecendo análises cada vez mais diversificadas da atividade dos químicos, tanto do ponto de vista teórico-experimental quanto do ponto de vista cultural. Segundo Zaterka (2004), o conhecimento químico que emerge da modernidade oferece uma nova forma de se operar sobre a natureza, tendo um caráter fortemente empírico, mais preocupada com os estudos dos corpos individuais, concretos, do que com seus constituintes abstratos, antes valorizados na alquimia. Dessa forma, ao invés de ser caracterizada como uma ciência que aplica conhecimentos constituídos *a priori* – como supostamente seriam concebidos os conceitos provenientes da física - a química seria uma ciência definida *a posteriori*, construída artificialmente nos laboratórios. Essa característica faz com que o conhecimento químico seja fortemente dependente do contexto no qual emerge: seja em relação aos materiais sobre os quais se opera, seja em relação às técnicas instrumentais e analíticas que permitem definir características e propriedades específicas dos materiais. É dessa forma que, na modernidade, “as teorias

químicas seriam inseparáveis dos materiais a que se referem e das operações técnicas que as expressam experimentalmente” (MOCELLIN, 2015, p. 21). É a partir desta perspectiva histórico-filosófica que buscaremos apresentar brevemente a *Tabela das Diferentes Relações Observadas entre Diferentes Substâncias*, proposta pelo químico francês Etienne-François Geoffroy em 1718, que procurou organizar simbólica e estruturalmente informações sobre as relações reativas entre várias substâncias químicas diferentes.

De acordo com Vidal e Porto (2014), a tabela de relações de Geoffroy (Figura 1) resumia conhecimentos sobre as reatividades de diferentes substâncias, consideradas no nível macroscópico, e podia ser compreendida sem que fosse necessário entrar em discussões mais elaboradas sobre a estrutura *microscópica* da matéria. A tabela foi construída segundo uma disposição na qual no topo de cada coluna figura um corpo, seguido por todos aqueles que são suscetíveis de se combinar com ele (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1996). Dessa forma, segundo Mocellin

Na tabela de Geoffroy, encontram-se 16 substâncias que encabeçam 16 colunas. Em cada coluna, a afinidade para com a substância na cabeça da coluna decresce de cima para baixo, de modo que quando duas substâncias com alguma tendência a se combinarem estão reunidas e encontram uma terceira com afinidade maior com alguma das primeiras, ela se combina com alguma destas, deixando livre a outra. Traduzindo a primeira coluna para uma linguagem moderna, podemos entender melhor o assunto do qual a tabela tratava. A primeira coluna refere-se às reações ácido-base, na qual se acompanha a ordem decrescente de reatividade dos ácidos frente aos álcalis, aos óxidos metálicos e aos metais. Assim, um ácido reagiria preferencialmente com álcalis fortes (bases fortes, NaOH, KOH, ...), seguido dos álcalis fracos (NH₄ OH, ...), dos óxidos metálicos e dos metais (MOCELLIN, 2006, p. 390)

A tabela apresentava relações de afinidade existente entre diferentes corpos, e não atribuía propriedades intrínsecas às substâncias, ou seja, era a partir das condições experimentais de relação entre as diferentes substâncias que os corpos poderiam ser caracterizados: “o único verdadeiro sujeito era o conjunto dos corpos em presença e com interações recíprocas” (MOCELLIN, 2006, p. 390).

O que estava em jogo na tabela era uma série de reações que hoje conhecemos por reações de deslocamento, ou seja, reações de simples e dupla troca. Essa tabela oferecia aos químicos da época um importante instrumento econômico e pedagógico, já que agrupava uma série de reações químicas em um único quadro (MOCELLIN, 2006). As substâncias eram agrupadas em termos de relações com sua vizinhança em uma escala descendente de afinidade.

O princípio da tabela se dava no nível das relações. A relação designa o grau de combinação entre as diferentes substâncias, seja no estado de união ou desunião. Dessa forma, segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1996), para os químicos da época, a matéria era compreendida a partir de relações e poderia ser explorada a partir das possibilidades de criação e de destruição das relações.

A tabela de Geoffroy arranjava e classificava as principais operações químicas sob o ângulo de uma composição-combinação, ou seja, a partir das reações químicas que se davam entre uma determinada substância e outras que supostamente reagiriam com a mesma. Assim, nesse contexto, caberia à química investigar as propriedades dos corpos a partir de suas composições e recomposições, sendo essas propriedades o resultado de relações específicas. Por meio destas operações, os corpos eram postos em contato, ou melhor, em relação, possibilitando interações, que poderiam resultar em novas composições.

Figura 1: Tabela das Diferentes Relações Observadas entre Diferentes Substâncias (1718)

*TABLE DES DIFFERENTS RAPPORTS
 observés entre différentes substances.*

Mem. de l'Acad. 1718. Pl. II. pag. 322.

↶	⊖	⊙	⊕	▽	⊖	⊕	SM	△	♀	♁	♀	☾	♂	♁	▽
⊖	♁	♂	△	⊕	⊕	⊕	⊖	⊖	○	☾	♀	♁	♁	♂	▽
⊕	♁	♀	⊖	⊙	⊙	⊙	⊕	♂	☾	♀	PC	♀	♁	♁	⊖
▽	♀	♁	⊕	⊖	⊖	⊖	⊙	♀	♁						
SM	☾	♀	▽		♁		♁	♁	♀						
	♀	☾	♂		△			☾	♁						
			♀					♁	♁						
			☾					♀							
	○							○							

↶ Esprits acides

⊖ Acide du sel marin.

⊙ Acide nitreux

⊕ Acide vitriolique

⊕ Sel alcali fixe

⊕ Sel alcali volatil

▽ Terre absorbante.

SM Substances metalliques

♀ Mercure

♁ Regule d'Antimoine.

♁ Or.

☾ Argent

○ Cuivre.

♂ Fer.

♁ Plomb.

♁ Etain.

♁ Zinc.

PC Pierre Calaminaire.

△ Soufre mineral.

△ Principe huileux ou Soufre Principe

♁ Esprit de vinaigre.

⊖ Eau.

▽ Sel.

▽ Esprit de vin et Esprits ardens.

Fonte: Mocellin (2006)

A prudência de Geoffroy em optar pelo termo *relação* ao invés de outros teoricamente mais comprometedores, como o de afinidade ou de atração, fez com que sua tabela fosse utilizada em larga medida pelos químicos da época, que se dividiam, *grosso modo*, entre aqueles adeptos ao paradigma newtoniano, e aqueles que se opunham a este, os chamados químicos *tradicionais*, ou seja, aqueles que rejeitavam concepções da matéria que tinham como base ‘forças ocultas’. Os químicos tradicionais defendiam uma singularidade para os corpos químicos, procurando descrever as reações químicas a partir de propriedades que seriam singulares a cada partícula. Para eles, as propriedades substanciais seriam atributos inalienáveis (MOCELLIN, 2006)

Dessa forma, segundo Klein (1995), a tabela pôde ser interpretada de duas maneiras: tanto em termos da teoria das afinidades químicas presentes no século XVIII, que tinham como base o modelo newtoniano de teoria da matéria, quanto em termos de uma sistematização do conhecimento empírico sem nenhuma teoria subjacente. Isso fez com que a tabela fosse utilizada tanto pelos químicos que eram pouco propensos à introdução de conceitos estranhos a sua tradição – particularmente às tentativas de matematização - quanto por aqueles que, além de reconhecerem sua importância empírica, também se interrogavam acerca da causa dessas relações (MOCELLIN, 2011). Assim, o que Geoffroy propunha era que:

Com esta tabela, aqueles que começam a aprender química irão formar em um pequeno tempo uma ideia correta das relações que as diferentes substâncias têm umas com as outras, e os químicos irão encontrar um

método fácil para descobrir o que acontece em muitas de suas operações difíceis de desvendar, e o que deve resultar da mistura de diferentes corpos mistos (GEOFFROY apud KIM, 2003, p. 135, tradução nossa)

Segundo a historiadora da ciência Ursula Klein, a interpretação mais aceita em relação à concepção utilizada por Geoffroy para a construção da tabela é a de que o termo relação utilizado por ele estaria relacionado a uma força atrativa no sentido de uma interação, evitando assim uma noção equivocada do termo como sendo uma nova forma de ‘força oculta’. Assim, Geoffroy absteve-se de qualquer teoria especulativa em uma época na qual ainda não havia teorias químicas e leis químicas quantitativas maduras o suficiente que pudessem fornecer uma explicação satisfatória para o comportamento da matéria (KLEIN, 1995).

A tabela de relações não tinha como objetivo representar a natureza de uma maneira filosoficamente coerente e, portanto, não era um sistema teórico. Segundo Kim (2003), apesar da utilidade em prever reações químicas, a tabela de relações foi concebida apenas para fornecer um resumo conveniente de um corpo enorme de resultados experimentais, e não para fornecer teorias ou princípios ou causas *a priori*.

Um ponto que gostaríamos de destacar é que, ao que parece, Geoffroy não menciona de maneira direta onde ele obteve o conhecimento necessário para a constituição da tabela. Entretanto, segundo Klein (1995), uma comparação com os escritos químico-farmacêuticos do século XVII demonstra que o conhecimento químico empírico incorporado na tabela de Geoffroy era de conhecimento público na época. Todos os sais metálicos resultantes de combinações na metade esquerda da tabela já haviam sido descritos em trabalhos químico-farmacêuticos do século XVII, influenciados por concepções paracelsianas¹ da natureza. As práticas químico-farmacêuticas - que concebiam as operações químicas como sendo reversíveis e, portanto, passíveis de recombinações - forneciam padrões metodológicos para a testagem experimental da composição das substâncias. Nessas práticas, a análise química tinha de ser completada pela *ressíntese* do corpo original, a fim de comprovar que as substâncias separadas já eram componentes *pré-existentes* dele.

Esta sistematização das substâncias era baseada em conhecimentos empíricos, derivados das práticas químico-farmacêuticas e também da metalurgia. Desse modo, a base do conhecimento empírico dos químicos no começo do século XVIII se dava, em larga medida, a partir de operações químicas efetuadas em contextos de práticas que visavam a solução de problemas práticos e comerciais, voltadas a produção de materiais de interesse público (KLEIN, 1995).

IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

Pensamos que uma Educação em Química que tenha como objetivo o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, deva ter em seu bojo a problematização de questões que envolvam a química, levando à compreensão de suas incertezas, benefícios e riscos, trazendo à tona seus aspectos éticos e sociais. Para que essas questões estejam presentes na educação, os professores de química precisam, além do conhecimento dos conteúdos de química, amplo conhecimento *sobre* a química (SJOSTROM, 2013).

Assim, quando tomamos como objetivo que a química escolar aborde questões da vida cotidiana e da sociedade, o currículo deve reconhecer que a química está incorporada nas

¹ Referência a Paracelso (1493-1541), pseudônimo de Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, médico, alquimista, físico, astrólogo e ocultista suíço-alemão.

culturas humanas e suas sociedades. Esta perspectiva permite o reconhecimento de que os objetos científicos produzidos pelos químicos, seus produtos, acabam por impactar o modo como vivemos e como organizamos nossas relações sociais.

Desse modo, compreender o contexto sociocultural no qual se dá o desenvolvimento técnico-científico, que diz respeito a perspectivas filosóficas, históricas, sociológicas, culturais e políticas, é tido como *condição* para o exercício da cidadania responsável e para dotar cada indivíduo com uma mente crítica (KAYA; ERDURAN, 2013). Dito isso, pensamos ser essencial que as atividades desenvolvidas na escola permitam compreender a química inserida em um contexto mais geral da atividade humana, compreendendo que as entidades científicas emergem a partir destes contextos.

No contexto apresentado neste trabalho, é possível perceber o conhecimento químico se estruturando em um contexto cultural de relações humanas, historicamente construída, sendo influenciada por fatores extra científicos, como é o caso das práticas comerciais, químico-farmacêuticas e metalúrgicas. Além disso, dilemas metodológicos revelam uma ciência parcial e falível, contestável, que abarca pensamentos divergentes e conflitantes, o que pode ser observado na oposição entre químicos tradicionais e químicos newtonianos.

Assim, partindo da perspectiva de que a educação em química deve ser contextualizada – e nesse sentido, a HFC se mostra como uma abordagem promissora - pensamos que os estudantes podem desenvolver compreensões significativas de conceitos e ideias centrais da química e, assim, serem capazes de aplicá-los para investigar e dar sentido aos fenômenos naturais e sociais, analisando-os criticamente e discutindo questões relevantes em suas comunidades.

Além disso, pensamos que, em alguma medida, os professores de química são professores de *história da química* – e por isso, eles precisam desenvolver uma identidade profissional que os possibilitem refletir sobre a própria prática. O professor de química, refletindo, adota uma abordagem crítico-filosófica daquilo que ensina. Por tudo isso, urge a necessidade de uma reflexão mais profunda sobre o que realmente ensinamos e para que ensinamos (BARBOSA; AIRES, 2018). Nesse sentido, defendemos que os professores de química precisam conhecer a história das ciências, não só como um aspecto básico da cultura científica geral, mas como uma forma de associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção, sem os quais tais conhecimentos apresentam-se como construções arbitrárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar um caso histórico, buscando articular algumas relações possíveis entre a História da Ciência e a Educação em Química, mostrando a relevância que os conceitos adquirem ao serem apresentados por meio de uma perspectiva histórica-filosófica.

Se a química, como toda ciência, se constrói por meio do diálogo entre razão e empiria, dilemas metodológicos e necessidades econômicas, abrangendo pensamentos divergentes e conflitantes em contextos culturais de relações humanas, revelando-a como uma ciência parcial e falível, seu ensino não pode ficar restrito às classificações, memorizações e conceituações dogmáticas.

É nesse sentido que propomos que a Educação em Química inclua abordagens voltadas para a avaliação dos desenvolvimentos e usos do conhecimento químico, de suas práticas e produtos, bem como a compreensão da inserção sociocultural das ideias químicas. Assim, entendemos que é ideal que os alunos compreendam não apenas os conceitos e

processos químicos, mas também como surgem e como são justificados. Para que essas metas sejam alcançadas, a Educação em Química pode engajar os alunos em uma análise reflexiva das perspectivas históricas, filosóficas, sociológicas e culturais que envolvam o conhecimento químico. Além disso, ações democrático-críticas também são necessárias, se temos como meta a formação de cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

REFERÊNCIAS

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle. **História da Química**, Instituto Piaget: Lisboa, 1996.

BARBOSA, Flávio. T.; AIRES, Joanez A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio: Docência em Ciências**, v. 3, p. 115-130, 2018.

GANDOLFI, Haira E.; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de M. Formação de professores e pesquisa em História das Ciências. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**. Porto Velho, v. 4, n. 8, p. 3-28, 2017.

KAVALEK, Débora Schmitt et al. Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 1-13, 2015.

KAYA, Ebru; ERDURAN, Sibel. Integrating epistemological perspectives on chemistry in chemical education: The cases of concept duality, chemical language, and structural explanations. **Science & Education**, v. 22, n. 7, p. 1741–1755, 2013.

KIM, Mi Gyung. **Affinity, That Elusive Dream: A Genealogy of the Chemical Revolution**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003.

KLEIN, Ursula. E. F. Geoffroy's Table of Different 'Rappports' Observed Between Different Chemical Substances – A Reinterpretation. **Ambix**, v. 42, n. 2, p. 79-100, 1995.

McCAIN, Kevin. Explanation and the nature of scientific knowledge. **Science and Education**, v. 24, p. 827-854, 2015.

MOCELLIN, Ronei Clécio. A química newtoniana. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 388-396, 2006.

_____. O “sonho newtoniano” de Guyton de Morveau. **Circumscribere**, v. 10, p. 22-39, 2011.

_____. Química e modernidade. **Cadernos Pet filosofia UFPR**, n. 16, p. 9-26, 2015.

SJÖSTRÖM, Jesper. Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. **Science & Education**, v. 22, p. 1873–1890, 2013

TOLVANEN, Simo. et al. How to use historical approach to teach nature of Science in chemistry education? **Science and Education**, v. 23, p. 1.605-1.636, 2014.

VIDAL, Paulo H. Oliveira; PORTO, Paulo A. Representações químicas e a História da Ciência em sala de aula. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 10, p. 70-84, 2014.

ZATERKA, Luciana. **A filosofia experimental da Inglaterra no século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle**. São Paulo: Humanitas, 2004.