



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

Mestrado
em Ensino
de Ciências



PENSANDO COM AS MÃOS - ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

Flavio Tajima Barbosa¹
Joanez Aparecida Aires²

1. INTRODUÇÃO

Uma das exigências que hoje se faz à educação é a promoção da formação científica e tecnológica de todos os cidadãos. Alcançar esse objetivo exige uma série de compromissos e resultados educacionais que vão desde saber ler e utilizar os conhecimentos básicos das várias disciplinas à capacidade de compreender o escopo da ciência e da tecnologia em nível local, nacional e global (CHAMIZO; CASTILLO; PACHECO, 2012).

Para que esse objetivo seja alcançado, julgamos importante que os alunos desenvolvam competências científicas que possibilitem o desenvolvimento de um pensamento científico, por meio de procedimentos de ensino que contemplem o pensar e o agir, um *saber fazer*³. Consideramos que esse ponto é de fundamental importância quando pensamos no ensino de química, pois o que torna a química uma ciência distinta é a sua preocupação com a matéria e suas transformações, e o ‘saber fazer’ que possibilita a intervenção nessas mudanças – consideramos, dessa maneira, que os químicos *pensam com as mãos*. A implicação desse conceito para a educação química é que, para ensinar química, devemos desenvolver atividades que tenham como fundamento uma epistemologia química, porque é por meio da ação⁴ que o pensamento científico pode ser desenvolvido e as competências avaliadas (IZQUIERDO-AYMERICH, 2013). Assim, quando pensamos na maneira como poderia se dar o ensino da química, temos que levar em consideração tanto suas particularidades epistemológicas e metodológicas quanto o contexto no qual é desenvolvida.

Desse modo, pensamos que em um cenário educacional que tenha como pano de fundo uma epistemologia propriamente *química*, a abordagem adotada deve levar em conta perguntas sobre quais são os conceitos e métodos químicos e como foram construídos historicamente; como são adotados ou abandonados ao longo do tempo; e quais padrões e critérios conduzem os processos de conhecimento em química (ERDURAN; KAYA, 2019). Esse tipo de orientação metodológica enfatiza as particularidades epistêmicas da química.

¹ Doutorando PPGECM (UFPR). tajima.barbosa@gmail.com

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica (2006) pela UFSC. Professora Adjunta no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Paraná, atuando na docência e junto ao grupo de pesquisa em Educação Química da UFPR (EDUQUIM). joanez.ufpr@gmail.com

³ O termo *saber fazer* é utilizado por Bensaude-Vincent e Simon (2008) ao se referirem à filosofia prática dos químicos, que pode ser definida como um “realismo operacional” (p. 207). Para esses autores, na química, o conhecimento, o sujeito que conhece e o mundo que é conhecido são todos formados *em* e *através* da prática, sendo estes os aspectos legítimos da realidade objetiva (material).

⁴ Consideramos que o modelo tradicional de aquisição de conhecimento trata sujeito e objeto como realidades separadas em sua existência específica e independente, com seus conjuntos independentes de características. A abordagem que aqui propomos apresentar implica, em vez disso, que a atividade prática tem um status mais fundamental do que aquela que considera os objetos individuais. Nesse sentido, uma coisa individual é identificada como um objeto existente apenas por meio de atividades especificamente definidas dentro de um determinado contexto.



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

Mestrado
em Ensino
de Ciências



É nesse sentido que pensamos que os recentes desenvolvimentos em um novo campo de estudos, a *filosofia da química*, podem auxiliar educadores em química a avançar em algumas questões importantes relacionadas à química e ao seu ensino: como as definições de conhecimento químico se comparam àquelas recentemente levantadas pelos filósofos da química? Como estamos definindo o conhecimento químico para a sala de aula? Quais conhecimentos químicos queremos que os alunos aprendam? Quais problemas levantados pela filosofia da química podem ser priorizados para o aprendizado? Essas perguntas não são apenas importantes de serem levantadas no momento em que a epistemologia química está tomando impulso, mas também oferecem um desafio empolgante na aplicação do contexto escolar (ERDURAN, 2009).

Dessa forma, pensamos que as reflexões oriundas da filosofia da química podem oferecer subsídios para pensarmos em uma educação em química que tenha como base uma *práxis química*, um saber fazer que ofereça condições para o desenvolvimento de um pensamento que tenha como pano de fundo uma epistemologia propriamente química. Nesse sentido, procuraremos responder com este trabalho ao seguinte questionamento: Como a filosofia da química pode contribuir com a educação em química no desenvolvimento de um pensamento químico a partir do saber fazer?

Visamos realizar essa reflexão por meio de uma pesquisa bibliográfica. Entendemos que, nesse modo de pesquisa, o pesquisador se propõe não apenas a reproduzir o que encontrou sobre um dado assunto, mas a desenvolver uma perspectiva que lhe é própria a partir das contribuições dos autores atinentes ao tema proposto. Fazendo-nos valer da indicação de Lakatos e Marconi (2003) sobre a pesquisa bibliográfica, consideramos o fato de esta não ser mera repetição do que já foi escrito sobre determinado assunto, mas, sobretudo, uma maneira de se alcançar conclusões que façam avançar os conceitos e o próprio entendimento sobre determinado assunto.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas considerações a respeito da relação entre a filosofia da química e a educação em química, buscando mostrar como esta articulação pode contribuir com o desenvolvimento de um pensamento químico a partir do saber fazer. Buscaremos alcançar este objetivo apresentando alguns aspectos específicos desta ciência como forma privilegiada de produção de conhecimento, delegando a ela um território específico, com problemas, métodos e ontologias que lhe são próprias. Procuraremos também apontar possíveis caminhos para um ensino que leve em conta tais aspectos.

2. UM MODO ESPECÍFICO DE CONSTRUIR CONHECIMENTO – O caso da química

Filósofos e historiadores da química destacaram a natureza híbrida ou dual da empresa química, que mistura atividades científicas com aplicações tecnológicas (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008; SCHUMMER 1998). Químicos não estão apenas interessados em desenvolver soluções coerentes e mecanicistas para os fenômenos naturais, um dos objetivos centrais da investigação científica. Eles também procuram criar processos e conhecimentos que as pessoas possam utilizar para ampliar as suas capacidades e atender as suas necessidades - um objetivo central das atividades tecnológicas.



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

Mestrado
em Ensino
de Ciências



Como salienta Ribeiro (2016), os químicos esforçam-se de muitas maneiras para compreender a natureza, transformando-a por meio de manipulações materiais. Seus objetivos não se resumem a descrever, explicar, e prever as propriedades e o comportamento de substâncias químicas, mas transformá-las e criar novas entidades químicas com aplicações potenciais. Eis então que nos defrontamos com uma característica marcante da química: os seus produtos têm caráter tecnológico e se capilarizam pelo seio da sociedade, influenciando fortemente o modo como organizamos nossas relações sociais (MOCELLIN, 2015). Daí a importância de se compreender a química a partir de suas especificidades, com problemas, métodos e ontologias que lhe são próprias, não podendo, portanto, ser reduzida a uma área de conhecimento que seria mais fundamental, como a física atômica.

A partir desse contexto, podemos reconhecer que a química é uma ciência que oferece ao mundo um modo muito próprio e específico de se conhecer a natureza. Se levarmos em conta a maneira pela qual o químico opera, veremos que ele não considera a natureza do mesmo ponto de vista do *físico*, ou seja, exterior ao mundo. Pelo contrário: o químico opera sob a perspectiva de *saber fazer*, criando seus próprios objetos científicos e controlando seus processos, convertendo-os, ao final, em dispositivos. Tudo isto a partir de um espaço de trabalho que ele construiu neste mundo para si, um espaço de labor e de sofrimento: o laboratório (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). Nesse espaço fechado, o experimentador desfaz e refaz o que a natureza faz - analisa, purifica, sintetiza. Para o químico, portanto, conhecer a natureza e suas operações passa pelo factual: é necessário fazer para conhecer (RIBEIRO, 2016).

Nesse sentido, conforme argumenta a filósofa da química Bensaude-Vincent (2013), contrariamente aos naturalistas, que percorrem o mundo e que praticam sua ciência em campo aberto, os químicos têm necessidade de um espaço fechado, inteiramente asséptico para refazer a natureza e controlar seus processos. É dessa forma que podemos caracterizar a química enquanto uma *tecnociência*⁵, já que as substâncias são os objetivos e os resultados das mais importantes práticas experimentais: os químicos aprendem sobre a natureza através de artefatos de sua própria criação.

Assim, os químicos desenvolvem conhecimento e compreensão isolando, analisando e sintetizando substâncias materiais. Embora possa-se afirmar, como salienta Chamizo (2013), que contemporaneamente outras ciências, como a física e biologia, também estejam envolvidas na criação de seus próprios objetos de estudo (por exemplo, partículas subatômicas, organismos geneticamente modificados), a síntese de novas substâncias e a concepção e implementação de novos processos para sintetizar, transformar e analisar diferentes formas de matéria englobam a maioria das atividades em que os cientistas químicos estão envolvidos. Atualmente, se olharmos para os estudos cientométricos⁶, podemos ver que a criação de novas moléculas continua sendo uma parte importante do trabalho encontrado em publicações acadêmicas (SCHUMMER, 1999)

A partir de tais argumentos, podemos concluir que os químicos se dedicam principalmente a projetar, compreender e controlar as propriedades dos materiais e as mudanças químicas. Eles estão interessados nas linguagens, pensamentos e

⁵ O caráter tecnocientífico da química é discutido por Chamizo (2013).

⁶ Cientometria é definida como o estudo da mensuração e quantificação do progresso científico estando a pesquisa baseada em indicadores bibliométricos.



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

Mestrado
em Ensino
de Ciências



ações que transformam as relações substanciais em entidades químicas, ou seja, conceitos químicos. Dessa forma, a principal maneira pela qual os químicos conhecem é por meio do fazer, e essa ação aumenta a complexidade do mundo, já que os produtos desse fazer acabam se inserindo na dinâmica das interações materiais. Nesse sentido, “parece razoável que a química escolar, projetada e realizada por professores, deva ter como objetivo, ao mesmo tempo, controlar os fatos químicos por meio de ações, linguagens e teoria” (IZQUIERDO-AYMERICH, 2013, p. 1638)

3. IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

A prática da química envolve frequentemente tanto a manipulação material quanto a teórica, o que dá aos químicos a característica de ‘pensar com as mãos’ - é uma prática tanto material quanto intelectual (MOCELLIN, 2015). As perguntas essenciais que guiam a disciplina são igualmente sobre ‘o que nós podemos saber’ bem como sobre ‘o que nós podemos fazer’ com o que nós sabemos (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). A síntese de novas substâncias químicas e o desenvolvimento de novas técnicas analíticas são problemas práticos, de ordem técnica, semelhantes aos problemas de engenharia. Dessa forma, uma das especificidades da química reside no seu interesse pelas substâncias e por suas transformações, provocadas por diferentes relações reativas (SCHUMMER, 1998).

Assim, conforme salienta Talanquer (2013), compreender a química como uma maneira poderosa tanto de pensar sobre o mundo material como de transformar a natureza para o benefício das pessoas poderia se tornar o resultado central de aprendizagem em química. Por muitos anos temos ensinado química com o objetivo principal de os alunos adquirirem os conhecimentos básicos que lhes permitam compreender as explicações químicas sobre as propriedades e o comportamento do mundo natural. Muito menos ênfase foi colocada no desenvolvimento do conhecimento e das habilidades intelectuais necessárias para compreender as maneiras pelas quais a química permitiu aos humanos interagir com seu ambiente.

Dessa forma, entendemos que é ideal que os alunos compreendam não apenas os conceitos e processos químicos, mas também como surgem e como são justificados (SCERRI, 2001). A fim de alcançar esse ideal, a educação em química poderia incluir 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. Além disso, a educação em química poderia engajar os alunos em uma análise reflexiva das perspectivas históricas, filosóficas, sociológicas e culturais, bem como em ações democrático-críticas que envolvam a química.

Aprender a reconhecer e avaliar os impactos políticos, econômicos e ambientais da geração e consumo dos produtos químicos, também poderia ser um objetivo central de qualquer curso de química. Nesta perspectiva, o ensino da química deveria ser mais sobre a preparação de cidadãos responsáveis e que possam *pensar quimicamente*, ao invés de indivíduos que receberam apenas formação sobre conteúdos e/ou conceitos químicos.



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

Mestrado
em Ensino
de Ciências



4. CONCLUSÃO

Objetivamos com este trabalho apresentar a química enquanto um saber fazer, uma prática operacional que visa compreender a matéria e suas transformações por meio da ação. Partindo dessa perspectiva, pensamos que as atividades químicas escolares podem ser planejadas com uma orientação para intervir nos fenômenos e modelá-los, de modo a permitir o desenvolvimento do pensamento químico. Dessa maneira, os estudantes poderiam compreender de que maneira as entidades químicas emergem como uma consequência do trabalho dos cientistas, e não como algo dado de antemão.

A partir das reflexões que buscamos apresentar neste trabalho, argumentamos que futuras pesquisas em educação química podem se beneficiar não apenas de investigações filosóficas, mas também sociológicas, antropológicas e históricas das ciências químicas. Afinal, as salas de aula de química são ambientes complexos onde todos esses campos coincidem. Se nós, como educadores químicos, temos por objetivo levar os alunos a entender o que é a química, como os químicos pensam e operam, nossas atuais abordagens restritas a conteúdos e fórmulas não são mais suficientes. Talvez o advento da nova filosofia da química, que é de relevância mais imediata para os educadores químicos, leve a um interesse renovado em um exame mais profundo das principais questões e conceitos que envolvem o conhecimento químico e suas relações com a sociedade.

5. REFERÊNCIAS

- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; SIMON, Jonathan. **Chemistry: The impure science**. London: Imperial College Press, 2008.
- CHAMIZO, José Antonio. Technochemistry: One of the chemists' ways of knowing. **Foundations of Chemistry**, v. 15, p. 157-170, 2013.
- CHAMIZO, José Antonio; CASTILLO, Daniela; PACHECO, Irys. La naturaleza de la química. **Educación química**, v. 23, n. 2, p. 298 – 304, 2012.
- ERDURAN, Sibel. Beyond Philosophical Confusion: Establishing the Role of Philosophy of Chemistry in Chemical Education Research. **Journal of Baltic Science Education**, v. 8, n. 1, p. 5–14, 2009.
- ERDURAN, Sibel; KAYA, Ebru. **Transforming Teacher Education Through the Epistemic Core of Chemistry**. Science: Philosophy, History and Education. Springer Nature: Switzerland, 2019.
- IZQUIERDO-AYMERICH, Mercè. School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach. **Science & Education**, n. 22, p. 1633–1653, 2013.
- LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MOCELLIN, Ronei. Estilo de raciocínio e capilaridade técnico-cultural na química no século xviii. **Scientiæ Studia**, v. 13, n. 4, p. 759-80, 2015.
- RIBEIRO, Marcos Antonio Pinto. A emergência da Filosofia da Química como campo disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, pp. 215-236, 2016.
- SCERRI, Eric. The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. **Chemistry Education: research and practice in europeu**, v. 2, n. 2, p. 165-170, 2001.



ISSAPEC

I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

28 A 30 DE OUTUBRO DE 2020

**Mestrado
em Ensino
de Ciências**



SCHUMMER, Joachim. Coping with the growth of chemical knowledge: challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. **Educación Química**, v. 10, n. 2, p. 92-101, 1999.

SCHUMMER, Joachim. The chemical core of chemistry. **Hyle – International journal for philosophy of chemistry**, v.4, p. 129-162, 1998.

TALANQUER, Vicente. School chemistry: the need for transgression. **Science & Education**, v. 22, p. 1757-1773, 2013.