Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química

https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7. e072617

# Educação Química e Filosofia da Química: uma proposta para o estabelecimento de interfaces

*Chemical Education and Philosophy of Chemistry: a proposal for the establishment of interfaces*

*Educación Química y Filosofía de la Química: una propuesta para el establecimiento de interfaces*

**Andriel Rodrigo Colturato** (*andrielcolturato@hotmail.com*)
*Faculdade de Ciências (Bauru), Universidade Estadual Paulista*
*https://orcid.org/0000-0002-4769-4308*

**Luciana Massi** (*luciana.massi@unesp.br*)
*Faculdade de Ciências e Letras (Araraquara), Universidade Estadual Paulista*
*https://orcid.org/0000-0001-8761-3181*

**Resumo**

No Brasil, aproximações entre a Filosofia da Química e a Educação Química são recentes, porém ainda concentradas em sintetizar temáticas da Filosofia da Química, esboçando contribuições pontuais à Educação em Química, ignorando, dentre outros aspectos, os dissensos em diversos temas filosóficos. Nesse contexto, poucos debates entre educadores sobre o que deve ser levado em conta ao se apropriar de outro campo, no caso a Filosofia da Química, têm sido realizados. Visando contribuir para essa discussão, o objetivo deste ensaio é defender o estabelecimento de interfaces entre a fundamentação filosófica da química e a concepção pedagógica adotada, considerando os fundamentos ontológicos, epistemológicos e axiológicos para a elaboração de objetivos educativos do ensino de química. Tomando como exemplo a concepção pedagógica da Pedagogia Histórico-Crítica, estabelecemos interfaces com a Filosofia da Ciência e da Química de Rein Vihalemm, apontando uma coerência teórica e implicações educacionais a partir das noções de materialismo, realismo, prática e dialética. Como resultados, apresentamos implicações para o ensino de química que dizem respeito à abordagem dos conteúdos em uma perspectiva realista; às problematizações

Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.



ISSN: 2676-0290

filosóficas, sociais e éticas da produção material de substâncias; e às discussões histórico-filosóficas que relacionam a química, a tecnologia, a indústria e a economia. Concluímos que a reflexão sobre uma base filosófica da educação oferece uma coerência teórica capaz de nos orientar em futuros estudos para a elaboração de propostas educacionais.

**Palavras-chave:** Dimensão Filosófica da Educação. Pedagogia Histórico-Crítica. Realismo Prático

**Abstract**

In Brazil, approaches between the Philosophy of Chemistry and Chemical Education are recent and remain largely focused on synthesizing themes from the Philosophy of Chemistry while outlining punctual contributions to Chemical Education, neglecting, among other aspects, the dissensions present in various philosophical debates. In this context, discussions among educators regarding what should be taken into account when appropriating another field — namely, the Philosophy of Chemistry — have been limited. Aiming to contribute to this debate, the objective of this essay is to advocate for the establishment of interfaces between the philosophical foundations of chemistry and the adopted pedagogical conception, considering ontological, epistemological, and axiological foundations for the formulation of educational objectives in chemistry teaching. Taking the pedagogical conception of Historical-Critical Pedagogy as an example, we establish interfaces with Rein Vihalemm's Philosophy of Science and Philosophy of Chemistry, highlighting theoretical coherence and educational implications derived from the notions of materialism, realism, practice, and dialectics. As a result, we present implications for chemistry education that pertain to approaching content from a realistic perspective, to the philosophical, social, and ethical issues surrounding the material production of substances, and to historical-philosophical discussions linking chemistry, technology, industry, and the economy. We conclude that reflection on a philosophical foundation for education offers a theoretical coherence capable of guiding us in future studies toward the development of educational proposals.

**Keywords:** Philosophical Dimension of Education. Historical-Critical Pedagogy. Practical Realism.

**Resumen**

En Brasil, las aproximaciones entre la Filosofía de la Química y la Educación Química son recientes y aún se concentran en sintetizar temáticas de la Filosofía de

la Química, esbozando contribuciones puntuales a la Educación Química, e ignorando, entre otros aspectos, los disensos presentes en diversos debates filosóficos. En este contexto, los debates entre educadores sobre qué debe considerarse al apropiarse de otro campo, en este caso la Filosofía de la Química, han sido poco desarrollados. Con el fin de contribuir a este debate, el objetivo de este ensayo es defender el establecimiento de interfaces entre la fundamentación filosófica de la química y la concepción pedagógica adoptada, considerando los fundamentos ontológicos, epistemológicos y axiológicos para la elaboración de objetivos educativos en la enseñanza de la química. Tomando como ejemplo la concepción pedagógica de la Pedagogía Histórico-Crítica, se establecen interfaces con la Filosofía de la Ciencia y la Filosofía de la Química de Rein Vihalemm, señalando una coherencia teórica y las implicaciones educativas derivadas de las nociones de materialismo, realismo, práctica y dialéctica. Como resultados, presentamos implicaciones para la enseñanza de la química que se refieren al enfoque de los contenidos desde una perspectiva realista, a las cuestiones filosóficas, sociales y éticas relacionadas con la producción material de sustancias y a los debates histórico-filosóficos que relacionan la química, la tecnología, la industria y la economía. Se concluye que la reflexión sobre una base filosófica de la educación ofrece una coherencia teórica capaz de orientarnos en futuros estudios para la elaboración de propuestas educativas.

**Palabras clave**: Dimensión Filosófica de la Educación. Pedagogía Histórico-Crítica. Realismo Práctico.

## Introdução

A partir da década de 1990, começa a se institucionalizar um campo de pesquisa em Filosofia da Química (FQ), principalmente por meio da criação da *The International Society for the Philosophy of Chemistry* (ISPC) e de dois periódicos, *Hyle: an International Journal for the Philosophy of Chemistry* e *Foundations of Chemistry,* editados por Joachim Schummer e Eric Scerri, respectivamente (Baird et al., 2006). A ISPC organiza anualmente um evento internacional e conta com aproximadamente 150 membros (Ghibaudi & Cerruti, 2020). Embora tenha surgido para se contrapor à abordagem hegemônica da filosofia da Ciência, muito mais próxima da filosofia da física (Van Brakel, 1999), esse campo parece ainda não ter se consolidado, o que é comum em diversas novas áreas de pesquisa. A revista *Hyle* foi descontinuada em 2021, e os eventos da sociedade contam com poucos pesquisadores (em torno de 30 pessoas), que participam presencialmente

ou de forma virtual (como pudemos vivenciar nos três últimos anos). Apesar desses desafios, reconhecemos também a presença de importantes pesquisadores jovens que representam relevantes contribuições para a continuidade da área. Além disso, apesar de dificuldades para consolidação institucional (como a ausência de um programa de pós-graduação no tema), a área tem apresentado crescimento consistente, com produção internacional significativa e consolidação de temas que constituem a área, como a ontologia química, o pluralismo, a modelagem e a historicidade das substâncias.

Importantes sínteses sobre os temas abordados na FQ foram produzidas no exterior (Van Brakel, 1999; Schummer, 2006) e no Brasil (Lemes & Porto, 2013; Ribeiro, 2016; Labarca et al., 2013). Esses textos sumarizam os temas centrais debatidos na área: a materialidade dos objetos; conceituação e representação; questões fundacionais da área; relações entre física e biologia (Ribeiro, 2016); lógica em química; ontologia química; filosofia da tecnologia; filosofia da natureza; reducionismo da química à física; modelagem; leis periódicas, química como linguagem e ética em química (Schummer, 2006). Embora as discussões sobre a FQ sejam necessárias, por destacarem a especificidade dessa ciência, ela ainda é pouco explorada no ensino e na pesquisa em ensino.

No cenário internacional, articulações entre a Educação em Química (EQ) e a filosofia têm sido realizadas, por exemplo, por meio da análise de livros didáticos (Chang et al., 2020) ou da análise da compreensão de professores e alunos sobre aspectos epistemológicos dos conceitos químicos, a exemplo da relação entre os sistemas macroscópicos e microscópicos (problema da superveniência) no contexto do uso de modelos e da modelagem (Erduran et al., 2007). Há ainda menções à necessária aproximação entre currículo, filosofia e química, pois a filosofia pode orientar o currículo de química e fornecer visões da química mais adequadas ao ensino (Talanquer & Pollard, 2010; Erduran & Mugaloglu, 2014).

No Brasil, a apropriação do campo da FQ pela EQ parece estar em seu estágio inicial. A partir de uma análise de artigos publicados em periódicos

brasileiros até agosto de 2024[1], identificamos ao menos três tendências de pesquisas. A primeira caracteriza o campo da FQ com discussões sobre os empecilhos de seu surgimento e principais temas debatidos e defende, por meio de discussões gerais, as potencialidades da FQ para o ensino (Lemes & Porto, 2013; Ribeiro, 2016; Ribeiro, 2017; Silva et al., 2018; Labarca et al., 2013). Trata-se predominantemente de revisões sobre temas discutidos em FQ, que apenas iniciam um debate com a EQ, cuja importância está no fato de apresentarem a FQ aos educadores químicos brasileiros. A segunda tendência engloba trabalhos que discutem problemas específicos da agenda da FQ, porém ainda muito pautados em discussões filosóficas, sem haver aprofundamentos nas relações com a Educação em Química (Pires et al., 2023; Bengoetxea, 2004; Labarca et al., 2022; Araujo Neto, 2012). Por fim, a terceira tendência discute predominantemente temas da FQ, com apontamentos mais diretos para a EQ, porém ainda se fundamentando nos aspectos filosóficos em detrimento dos pedagógicos (Oliveira & Gomes, 2021; Kavalek et al., 2015; Lima & Silva, 2020; Barbosa et al., 2022; Wartha & Rezende, 2017; Hirayama & Porto, 2021; Rozentalski & Porto, 2021; Silva & Sasseron, 2023). Vê-se, assim, a escassez de debates pedagógicos que apontem para proposições de critérios para a incorporação da Filosofia da Química na Educação em Química.

Merece destaque o dossiê publicado recentemente pela *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química* dedicado ao debate das fronteiras entre a Filosofia da Química e a Educação Química[2]. Dois artigos que tratam dessa questão de modo mais direto buscam problematizar e estabelecer interfaces entre a FQ e a EQ, discutindo aspectos curriculares, didáticos, da prática pedagógica e da formação de professores (Zambrano-González, 2024; Ribeiro, 2024). Zambrano-González (2024) faz esse debate com referência a três interfaces relacionadas à interação entre os eixos que compõem a tríade Química-Filosofia-Educação: Currículo,

[1] Foi realizada uma busca em artigos de periódicos, priorizando resultados de pesquisa revisados por pares. A pesquisa envolveu periódicos classificados nos estratos A1 a A4 do Qualis Periódicos da CAPES das áreas de Educação em Ciências, Educação em Química e Filosofia. Consideramos ainda periódicos com estratos B1 a B4 das áreas de Educação em Química. Como critério de seleção, foram analisados os trabalhos que fazem referência explícita à disciplina ou a autores contemporâneos da Filosofia da Química, desconsiderando discussões do tradicional campo da História e Filosofia da Ciência aplicadas em contextos da EQ.

[2] Disponível em: https://revista.sbenq.org.br/index.php/rsbenq/issue/view/6

Formação Profissional e Didática da Química. Ribeiro (2024) insere esse debate nas discussões sobre práxis química e nas dimensões técnica, prática e emancipatória, tecendo considerações sobre a formação de professores, a didática, o currículo e a pesquisa. O autor defende a inserção de mais filosofia na Educação Química, campo em que predomina a discussão psicológica e pedagógica (Ribeiro, 2024). Embora haja avanços nas interfaces entre a FQ e a EQ, os editores do dossiê reconhecem como desafiadores os debates sobre o grau de inserção das reflexões sobre conhecimento químico e sobre o conhecimento filosófico no ensino (Giordan et al., 2024).

Adicionalmente, e em relação ao que enfatizamos neste ensaio teórico, consideramos outro desafio, que é relativo ao dissenso entre os debates internos ao campo da FQ e à forma como a EQ incorpora diferentes conteúdos filosóficos em função desse dissenso, o que impacta debates sobre currículo, didática da química, formação de professores, bem como sobre agendas de pesquisa na EQ. Acreditamos que um ponto de partida para discutir o problema do dissenso seja o conhecimento da dimensão filosófica na EQ por parte de pesquisadores e professores, aproximando-nos da defesa de Ribeiro (2024). Defendemos que não se trata, no entanto, de ampliar as bases teóricas da EQ adicionando a filosofia, uma vez que o âmbito pedagógico já traz consigo uma dimensão filosófica que, na maioria das vezes, escapa às reflexões dos pesquisadores da EQ. A defesa que fazemos aqui é a de que o problema do dissenso entre diferentes posições filosóficas da química revela uma heterogeneidade filosófica, que também existe quando trabalhamos com as concepções pedagógicas. Entendemos, porém, que interfaces podem ser encontradas quando se analisa um núcleo comum entre os dois campos: a fundamentação filosófica. A identificação desse núcleo comum oferece interfaces entre fundamentos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, e também entre a fundamentação filosófica da química e a fundamentação filosófica da concepção pedagógica adotada, tendo como principal impacto a consciência quanto à delimitação dos objetivos educacionais do ensino de química e, consequentemente, a seleção de conteúdos.

Visando contribuir para o debate, o objetivo deste ensaio é defender o estabelecimento de interfaces entre a fundamentação filosófica da química e a concepção pedagógica adotada, considerando os fundamentos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, para a elaboração de objetivos educativos do ensino de química. Para construir esse argumento, abordaremos neste texto duas teorias que exemplificam essa fronteira: o realismo prático de Rein Vihalemm (1938-2015) e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), ambos orientados pelo mesmo fundamento epistemológico, axiológico e ontológico, o Materialismo Histórico-Dialético (MHD). Inicialmente retomamos alguns debates da FQ, mostrando seus afastamentos e desafios em relação à EQ, especificamente no que diz respeito ao problema do dissenso aqui apresentado. Em seguida, apresentamos a noção de concepção pedagógica, argumentando, com base na dimensão filosófica da educação, que ela abre possibilidades para o estabelecimento de interfaces com a FQ. Por fim, trazemos um exemplo a partir da discussão de Vihalemm sobre realismo e da PHC para ilustrar a aproximação entre os fundamentos filosóficos e pedagógicos.

## Filosofia da Química e Ensino de Química: alguns debates necessários

Assim como outros campos, a FQ convive com uma pluralidade de orientações teóricas. Um problema imediato para o ensino é a existência de uma variedade de posições filosóficas, as quais demandam conhecimento filosófico e posicionamentos claros de professores e pesquisadores. Como observam Lemes e Porto (2013), nem sempre há consenso no que diz respeito a em que a química está centralizada, se na experimentação, na manipulação de entidades teóricas ou nas substâncias químicas; se os químicos devem ser realistas ou não; ou se a química é ou não redutível à física, considerando os âmbitos ontológicos e epistemológicos. A título de exemplo, a questão do realismo/antirrealismo pode ter implicações no ensino pela forma como são abordadas questões como os modelos atômicos ou as representações de estruturas moleculares. O professor pode apresentar entidades químicas, tais como átomos e moléculas, tomando-as como algo que existe concretamente na realidade (realismo) ou apresentando ceticismo quanto à sua existência real, considerando-as como construções explicativas com eficácia prática (antirrealismo).

Ao buscar aporte na FQ, nos deparamos com uma preferência pelo realismo (Lemes & Porto, 2013). Hoffmann (2007) se refere à capacidade de manipulação das transformações químicas para defender o realismo. Sabemos que um composto é de uma determinada forma, uma vez que, a partir de sua estrutura dada teoricamente e de suas propriedades, é possível prever e sintetizar novas substâncias, bem como obter evidências experimentais de que realmente foram alcançadas. Por outro lado, Zeidler (2000) coloca em dúvida o realismo a partir da discussão sobre a correspondência entre os modelos e a realidade. Ele se vale do argumento de que pode haver vários modelos teóricos para um mesmo objeto ou sistema a ser investigado, não havendo, portanto, uma similaridade entre um único modelo e o sistema real (Zeidler, 2000). Os debates não se encerram, no entanto, na disputa entre realismo científico e antirrealismo. A depender do argumento usado para se defender o realismo das entidades químicas, segundo Vihalemm (2015b), é possível encontrar variedades desse conceito, tais como o realismo crítico, o não representativo, o experimental, o referencial, o construtivo, o prático, o pragmático e o operacional. Dentre outros debates que revelam profundas divergências entre filósofos, podemos citar as questões do reducionismo ontológico e epistemológico da química à física (Lombardi & Labarca, 2005; Needham, 2006; Manafu, 2013; Vihalemm, 2011) e do pluralismo metodológico e epistêmico (Chang, 2012; Schummer, 2015; Chalmers, 2013; Vihalemm, 2016).

A falta de uma relação consciente entre os conteúdos e as concepções filosóficas da química faz com que as atuais proposições de interfaces entre a FQ e a EQ considerem diversas posições filosóficas sem assumir claramente uma perspectiva educacional, o que tem como principal consequência a não explicitação dos objetivos educacionais em relação a questões básicas, tais como: o que ensinar, para que ensinar e como ensinar. No caso do embate entre o antirrealismo e o realismo, Lemes e Porto (2013), apesar de reconhecerem que na prática os químicos são realistas, propõem que no ensino é necessário proporcionar aos estudantes a vivência de diferentes posicionamentos filosóficos. Obviamente, a pluralidade de perspectivas, o diálogo e o embate de ideias são fundamentais para a ciência e para a filosofia. No entanto, para o ensino, a questão da seleção e da

abordagem dos conteúdos permanece em aberto e necessita do estabelecimento de critérios, uma vez que ela não se encerra apenas em propor reflexões sobre um ou outro posicionamento. É necessário também considerar as variedades desses posicionamentos, suas perspectivas filosóficas (incluindo a de visão de mundo, de obtenção do conhecimento, de realidade, de ciência e de sociedade) e os objetivos educacionais que eles auxiliam a concretizar.

Defendemos que as interfaces entre a FQ e a EQ devem ser buscadas tendo como referência uma discussão epistemológica, axiológica e ontológica que articule os dois campos, tendo como elemento fundamental de análise os seus pressupostos filosóficos. Esse exercício parece ser mais fácil na FQ do que na EQ. Entretanto, a dimensão filosófica da EQ pode ser encontrada quando analisamos a concepção pedagógica adotada.

## A dimensão filosófica da educação e sua importância para a construção de interfaces

Defendemos, neste ensaio, que para identificar como os elementos da FQ (conteúdos; tendências filosóficas; concepções de mundo, de ciência, de sociedade e de realidade) podem contribuir para a EQ, é necessário explicitar uma dimensão filosófica da educação. Essa dimensão, por sua vez, está presente na concepção pedagógica adotada. Para isso, precisamos delimitar o que entendemos por concepção pedagógica. Segundo Saviani (2012, p. 142-143, grifos nossos), podemos considerar uma teoria como uma concepção pedagógica apenas quando ela envolve três níveis:

> [...] [1] o nível da *filosofia da educação* que, sobre a base de uma reflexão radical, rigorosa e de conjunto sobre a problemática educativa, busca explicitar as finalidades, os valores que expressam uma visão geral de homem, mundo e sociedade, com vistas a orientar a compreensão do fenômeno educativo; [2] o nível da *teoria da educação*, que procura sistematizar os conhecimentos disponíveis sobre os vários aspectos envolvidos na questão educacional que permitam compreender o lugar e o papel da educação na sociedade. [...] [3] o terceiro nível é o da *prática pedagógica*, isto é, o modo como é organizado e realizado o ato educativo.

Em síntese, a expressão “concepções pedagógicas” diz respeito a diferentes maneiras de como a educação é compreendida, teorizada e praticada (Saviani, 2012). É no primeiro nível, o da filosofia da educação, que estão presentes os

embates filosóficos e as questões sobre finalidades, valores, visão de homem, mundo e sociedade, sendo esses os embates mais elementares. Essa dimensão basilar das concepções pedagógicas é responsável pelas discussões ontológicas (sobre o que é a realidade), gnosiológicas (sobre o que é o conhecimento), epistemológicas (sobre como conhecemos do ponto de vista científico) e axiológicas (sobre os valores).

Vários são os exemplos de problemas educacionais que competem à dimensão filosófica da educação, como o conflito entre filosofia de vida e questões ideológicas; os valores e os limites da educação; e os condicionamentos da atividade educacional (Saviani, 2009). Entendemos que essa dimensão pode fornecer elementos para que os educadores químicos reflitam sobre problemas relativos aos seus objetivos educacionais, às teorias educacionais que orientam sua prática e ao papel da própria química na educação escolar e, consequentemente, sobre o papel da FQ nessas reflexões. Nesse sentido, consideramos que é necessário associar a discussão filosófica do conteúdo químico à discussão filosófica da educação, esta última revelada pela concepção pedagógica adotada. A partir dessa orientação, é possível estabelecer convergências entre temas filosóficos gerais, tanto da química como da educação. A tarefa inicial seria conhecer quais as concepções pedagógicas existentes e quais as concepções filosóficas que as fundamentam, identificar pontos de contato com concepções filosóficas da química para, por fim, fundamentar a teoria e a prática do ensino de química.

Dentre as diferentes concepções pedagógicas apontadas por Saviani (2012) e suas respectivas bases filosóficas, destacam-se a concepção construtivista (idealista), a neoconstrutivista (pragmatista), a pedagogia libertadora (fenomenologia existencialista) e a PHC (materialista histórico-dialética).

Abordaremos as pedagogias construtivistas para exemplificar essas relações. Dadas as bases filosóficas presentes nas concepções pedagógicas, alguém que orienta a sua prática pedagógica a partir do construtivismo – cuja visão da realidade é kantiana (Saviani, 2012; Matthews, 1995) – está vinculado à filosofia idealista. Duarte (2001) destaca alguns posicionamentos valorativos do

construtivismo: são mais desejáveis as aprendizagens que ocorrem por si mesmas do que a partir de conhecimentos transmitidos; é mais importante o aluno apreender o método de aquisição do conhecimento do que apreender o próprio conhecimento desenvolvido por outras pessoas; a atividade do aluno deve ser guiada pelos seus interesses; é necessário formar indivíduos para a adaptação na sociedade. Trata-se de uma concepção centrada no sujeito, uma vez que é ele quem constrói o conhecimento ativamente ao enfrentar situações-problema, o que seria melhor do que se apropriar do conhecimento objetivo já pronto. Além disso, essa concepção defende que a apropriação da realidade é uma construção de processos semióticos intersubjetivos nos quais há negociações de significados, e que os conhecimentos têm todos o mesmo valor, não havendo uma hierarquia (Duarte, 2001).

A partir de uma concepção pedagógica construtivista, é esperado que o professor ou pesquisador atento à filosofia seja vinculado ao idealismo subjetivo. Na Filosofia da Ciência, um referencial que se aproxima dessa visão de mundo é o realismo internalista de Hilary Putnam, também influenciado pelo idealismo subjetivo de Immanuel Kant. Putnam (1981) defende a compreensão de que os objetos do mundo dependem do sujeito, não sendo possível explicar a realidade como ela realmente é, podendo haver, portanto, várias interpretações da realidade. Tal concepção pode levar a um pluralismo ontológico da química, dada a sua pluralidade de práticas, como explicitado por Lombardi e Labarca (2005), pois sistemas de pensamento, ideologias e teorias científicas são subjetivos. Para o internalista, os objetos são criação da consciência dos sujeitos e, portanto, não existem independentemente de esquemas conceituais criados por eles. Disciplinas como física e química, por exemplo, têm sistemas ontológicos distintos, porém igualmente válidos, construídos internamente e aplicados à realidade (Lombardi & Labarca, 2005). Em Putnam (1981), a ciência é discutida a partir de seu aspecto semântico, dando, portanto, grande importância à linguagem. Vê-se, assim, forte similaridade entre os posicionamentos filosóficos da educação e da química/ciência.

Não se trata, no entanto, de estabelecer linearmente relações entre as bases filosóficas da educação e a FQ. Scerri (2003), por exemplo, discute que o debate sobre o construtivismo é essencialmente uma guerra epistemológica entre aqueles que assumem uma posição realista e aqueles que assumem uma posição relativista em relação ao conhecimento científico e ao aprendizado da ciência. Além disso, tanto o construtivismo como o realismo internalista de Hilary Putnam têm influência de mais de uma corrente filosófica. É o caso do pragmatismo, presente na argumentação de algumas posições que defendem que o conhecimento é uma convenção social (Duarte, 2001), muito semelhante à concepção do filósofo pragmatista Charles Peirce, que defendia que algo é real quando uma comunidade de pesquisadores concorda a respeito de sua existência (Hacking, 2012). De acordo com Hacking (2012), Hilary Putnam era um filósofo fortemente influenciado tanto por Kant como por Peirce, ou seja, influenciado pelo idealismo subjetivo e pelo pragmatismo. O fato de haver diferentes posições filosóficas dentro do construtivismo não invalida nossa defesa do estabelecimento de relações entre a dimensão filosófica da educação e a FQ. Isso sugere apenas que é necessário haver uma relação consciente no que diz respeito às proposições filosóficas para que determinados posicionamentos educativos sejam justificados de modo coerente com um argumento filosófico, pois é no âmbito filosófico que expomos nossas defesas de concepções de mundo, ser humano, sociedade, valores e objetivos da educação.

Para situar as possíveis interfaces entre a EQ e a FQ a partir dessa ótica, passamos a analisar o exemplo presente na concepção pedagógica da PHC. Em seguida, analisamos os possíveis diálogos com a FQ.

## Os fundamentos filosóficos e os objetivos educacionais da Pedagogia Histórico-Crítica

Saviani (2011), o fundador da PHC, tem como base filosófica da educação o MHD. A partir da categoria trabalho, a PHC entende a educação pela análise histórica e material das relações sociais, o que caracteriza o materialismo de seu método.

Segundo Lukács (1978), a ruptura do materialismo com a filosofia idealista se revela na medida em que o materialismo estabelece que a prioridade da realidade objetiva comum existe independentemente do ser. No entanto, o ser humano apenas conhece a realidade material por meio da prática. Marx (2008) colocou a prática como fundamento do conhecimento ao negar a possibilidade de ele se dar à margem da atividade prática e histórica do ser humano – se opondo ao materialismo mecanicista – e ao negar o conhecimento como mero produto da consciência do sujeito – se opondo ao idealismo. Conhecer é conhecer objetos que se integram na relação entre o ser humano e o mundo, ou entre o ser humano e a natureza, uma vez que essas relações são estabelecidas graças à atividade humana. Por isso, Marx (2008, p. 48) afirma que "não é a consciência dos homens que determina o seu ser; ao contrário, é o seu ser social que determina sua consciência". A noção de prática defendida por (Marx, 2001), de que "a questão de atribuir ao pensamento humano uma verdade objetiva não é uma questão teórica, mas, sim, uma questão prática", ecoa nas ideias de Saviani (2011), que também defende que a teoria tem seu fundamento, seu critério de verdade e sua finalidade na prática.

Outro fundamento da teoria da educação formulada por Saviani (2015) é a dialética, concebendo a realidade pelo movimento e pelas transformações. Porém, não se trata da dialética idealista, tal como propôs Hegel, mas da dialética materialista. No pensamento de Hegel, a dialética surge a partir da noção de contradição como categoria do pensamento, em contraposição à lógica formal baseada no princípio de identidade, que excluía a contradição, até então entendida como falha no modo de pensar (Saviani, 2015). Por outro lado, o materialismo de Marx e de Saviani concebe a existência de uma base material antes de qualquer elaboração do conhecimento no plano do pensamento. Segundo Lukács (1978), a ruptura do materialismo com a filosofia idealista se revela ao estabelecer a prioridade da realidade objetiva comum que existe independentemente do indivíduo. Trata-se, portanto, de uma concepção filosófica vinculada ao realismo.

Do ponto de vista das bases filosóficas da educação histórico-crítica é possível delimitar alguns debates fundamentais da filosofia marxista e

compreender como esses conceitos se enquadram na compreensão do conteúdo científico na PHC. Tais aspectos dizem respeito à base materialista e dialética da realidade; à existência de uma realidade (material) independente da consciência; à não neutralidade e à objetividade do conhecimento; e ao condicionamento histórico do conhecimento e seu papel na transformação do mundo.

Com base nessa visão filosófica incorporada à educação, e que dá base à concepção PHC, é fundamental buscar na FQ subsídios que auxiliem na compreensão da prática social a partir de uma teoria realista, dialética e que levem em conta aspectos histórico-sociais do gênero humano.

**O realismo de Vihalemm e a Pedagogia Histórico-Crítica**

O estoniano Rein Vihalemm foi um filósofo da ciência com contribuições para a FQ. Consideramos que suas ideias estabelecem interfaces com a concepção filosófica da educação da PHC a partir de dois de seus conceitos: realismo prático e caráter dual da ciência.

Vihalemm (2015a) apresenta sua concepção de realismo a partir do conceito de Realismo Prático, também chamado por ele de materialismo prático. Por um lado, ele critica o dogmatismo do realismo científico tradicional, segundo o qual é possível estabelecer uma correspondência definitiva entre a ciência e os objetos como eles realmente são; por outro, critica a posição extrema do construtivismo social de que os objetos do mundo dependem apenas da consciência do sujeito, podendo haver várias interpretações da realidade. Segundo Vihalemm (2011), a consciência, o pensamento, a mente ou o espírito não podem existir antes ou independentemente da prática histórico-social, e essa prática não pode estar fora da realidade objetiva. Assim, o conhecimento não pode ser entendido como uma representação de um mundo independente do sujeito cognitivo, e nem o sujeito cognitivo pode ser compreendido independentemente do mundo cognoscível. Essa consideração não pode ser confundida com a afirmação idealista de que os indivíduos constroem a própria realidade. Vihalemm (2011) afirma que o realismo prático, para ser realismo, pressupõe a existência do mundo, sendo ele complexo e inesgotável. Desse modo, ele considera a existência da

realidade em si, embora as referências a ela sejam sempre feitas pelo filósofo estoniano no contexto da prática humana, que é social e histórica.

A provisoriedade das teorias e os seus usos pragmáticos não devem ser critério para o antirrealismo, pois o reflexo científico reproduz, no plano da consciência do sujeito, a realidade que existe concretamente, ainda que em processos de continuidades e descontinuidades teóricas (a exemplo do que nos mostram a história da ciência e da química). E isso é evidenciado pela possibilidade de modificação da natureza pela construção de instrumentos, manipulação de fenômenos e criação de novos objetos. As teorias e modelos teóricos, por outro lado, em vez de serem considerados como construções subjetivas ou meros instrumentos da prática, sem uma correspondência com a realidade objetiva, contêm idealizações comprovadas experimentalmente e são semelhantes aos sistemas reais em aspectos específicos e em graus específicos, podendo sempre ser aprimorados (Vihalemm, 2011). Em síntese, o autor considera que a realidade existe independentemente da consciência (por isso se trata de realismo), mas o *conhecimento* da realidade só é possível pela interferência do sujeito cognoscente na prática.

Para Vihalemm (2011), a química é governada por uma concepção de conhecimento relacionada à ação, distinta da ênfase na formalização e na matemática da física. Essa visão não enfatiza apenas os aspectos experimentais, mas também a produção material. Há uma maior afinidade da química com a tecnologia ou com a arte do que com a física. As práticas químicas não dizem respeito somente a coisas (substâncias individuais e estruturas moleculares), mas também a relações e ações com outras substâncias e com a realidade social.

Outra questão relevante para o ensino é o caráter dialético da natureza da química. O caráter dialético e relacional dos fenômenos químicos se expressa como fundamento filosófico de diversos conceitos químicos, como a teoria de ácido-base, as ligações químicas e as reações de óxido-redução. A PHC defende que o ensino desenvolva uma concepção de mundo materialista, histórica e dialética que só será alcançada na medida em que o conteúdo específico reflita esse aspecto da realidade. Isso vem sendo proposto para o ensino de biologia, por meio do

conceito de evolução, por Rosa (2018), que exemplifica relações dialéticas e históricas que contribuíram para o desenvolvimento humano. De forma semelhante, Silva e Messeder Neto (2021) e Teixeira e Massi (2022) vêm sugerindo essa abordagem na EQ.

Vihalemm (2007) oferece outras análises dialéticas na medida em que aborda um modelo explicativo do que é a ciência. O autor não concebe a química como outra ciência, distinta da física – como sugerem alguns filósofos que defendem o não reducionismo da química à física a partir de uma visão pluralista da existência de várias ciências –, nem como uma ciência com base na imagem idealizada da física. Ele propõe uma visão dialética de que a ciência tem um caráter dual de cognição: por um lado, uma cognição pautada no modelo teórico da física, de caráter construtivo-hipotético-dedutivo; por outro, uma cognição de natureza classificatória-histórica-descritiva. As ciências possuem características de ambas as formas de cognição, de modo que a química e a biologia têm a característica classificatória-histórica-descritiva mais acentuada em comparação à física. O caráter construtivo-hipotético-dedutivo se baseia no fato de que a física ganhou o *status* de produção de conhecimento mais puro a partir do modelo teórico-experimental para o desenvolvimento de teorias científicas e a explicação da natureza, de modo que seus objetos são criados e não simplesmente dados ou encontrados diretamente na natureza. O estudo dos objetos dados cabe a outro modelo de cognição, o classificatório-histórico-descritivo, que também comporta a filosofia e a metodologia da ciência. A nosso ver, o caráter dual da ciência é um exemplo da dialética presente no desenvolvimento da história, que não estabelece oposição entre o lógico e a prática histórica, entre a ciência e a tecnologia e entre a ciência e as artes.

O caráter do modelo científico construtivo-hipotético-dedutivo da química depende da possibilidade de a transformação de substâncias poder ser controlada ou realizada de forma pré-determinada, e para isso são necessários os conhecimentos teóricos e experimentais que definem as leis da natureza. Também depende do entendimento de que os objetos da química são construídos idealmente. Mas a química não se resume a esse caráter, pois ela investiga tipos

específicos de substâncias (matérias) e suas transformações. As tarefas primárias da química também envolvem a identificação e a classificação de substâncias, o que também a caracteriza como uma ciência classificatória-histórica-descritiva.

Uma primeira consequência desse modelo de pensar a ciência é o debate sobre a caracterização da química como uma ciência específica e sobre a diferenciação entre lei química e lei física. A química tem características da ciência representadas por um modelo idealizado da física (construtivo-hipotético-descritivo). Porém, uma vez que esse caráter é evidenciado de modo diferenciado nas várias ciências, a química se distingue da física, embora também trabalhe com leis científicas (não comparáveis às da física). Diferentemente dos modelos que compreendem leis como aquelas formuladas matematicamente na física, a química tem um outro modo de formular suas leis, pela via da idealização (construção) e da experimentação. Um exemplo é a descoberta da Lei Periódica e da Tabela dos elementos químicos por Dmitri Mendeleev (1834-1907), que classificou elementos químicos pela construção de um sistema idealizado de elementos idealizados, classificação esta corroborada pela química experimental (Vihalemm, 2003). Desse modo, Mendeleev descobriu uma lei da própria natureza, distinta de uma lei na física, mas que é uma lei científica[3]. A química aborda essa lei de modo relacional, considerando a articulação entre conhecimentos de diferentes níveis (macroscópicos e submicroscópicos) (Scerri, 2019). Isso traz implicações para que algumas diferenças entre as práticas da química e das práticas da física sejam discutidas, ampliando o conhecimento sobre as formas de acesso da natureza pelo gênero humano.

Se, por um lado, a química é uma ciência que lida com leis e teorias assim como a física, por outro, seu caráter classificatório-histórico-descritivo confere a ela uma dialética que articula teoria e prática. Vihalemm parece se associar a um conjunto de autores que enfatizam a química como uma ciência prática, vinculada à transformação material, à experimentação e à relação com a tecnologia. Vihalemm (2011) afirma que uma das bases do realismo prático pode ser encontrada em

[3] Para mais detalhes sobre as diferenças entre as leis e teorias da química em relação à física e a descoberta da lei de Mendeleev, ver Vihalemm (2003).

Hacking (2012), autor que sugere que o critério para o realismo científico está na possibilidade de manipulação de entidades e, consequentemente, nas implicações tecnológicas, propondo o chamado realismo de entidades. Outra associação feita pelo próprio Vihalemm (2015b) é com o realismo operacional apresentado por Bensaude-Vincent e Simon (2012), autores estes que também enfatizam uma preferência dos químicos por um realismo de entidades, conforme defende Hacking (2012). Para Bensaude-Vincent e Simon (2012), os químicos desenvolveram a capacidade de manipular materiais para imprimir uma mudança desejada, tratando-os como instrumentos naturais que podem ser operados, uma atividade estritamente associada à produção material a partir das relações entre tecnologia (ou arte) produtiva e ciência. Há, assim, afirmações sobre uma natureza híbrida entre ciência e tecnologia (tecnociência), aproximando-as da noção do caráter dual da química de Vihalemm (2015b)[4].

Em síntese, a PHC e o Realismo de Vihalemm compartilham três fundamentos filosóficos importantes: uma tendência realista, que é materialista; a importância do caráter prático, histórico e social da ciência; e a dialética presente no caráter dual, que relaciona teoria e prática. Defendemos que professores e pesquisadores devem manter uma relação consciente com as bases filosóficas da educação e da química para que fundamentem práticas pedagógicas de ensino de química.

## Implicações para o Ensino de Química Histórico-Crítico

Uma primeira implicação para o ensino histórico-crítico de química é a concepção realista das entidades químicas. Ao abordar tópicos referentes ao nível submicroscópico, entendemos que o conteúdo ensinado deveria ter como fundamento filosófico o realismo (materialista), compreendendo que esse âmbito da química tem existência material (concreta) que condiciona o nível macroscópico (Silva & Messeder Neto, 2021). Isso, levando em conta que a prática histórica da

[4] A divergência principal entre os autores citados parece residir na concepção de realismo. Enquanto Vihalemm insiste que a prática histórica e social é um critério para o realismo, Hacking (2012) dá ênfase à manipulação das entidades, enquanto Bensaude-Vincent e Simon (2012) não se dedicam ao tema, pois, em vez de colocarem a questão da possibilidade do conhecimento das entidades da química, eles se inclinam a questionar o que os químicos fazem com essas entidades.

química nos mostra que os químicos são capazes de manipular transformações químicas de modo a prever a existência de novas substâncias ou a sintetizá-las, sendo possível acessar indiretamente a estrutura e as propriedades do nível submicroscópico utilizando experimentos e instrumentos científicos. No entanto, falar em existência real de moléculas e partículas não é o mesmo que dizer que modelos e representações oferecem explicações definitivas sobre algo que existe concretamente, uma vez que as teorias estão em constante transformação, aspecto que é evidenciado em termos práticos e históricos. O realismo prático, portanto, reflete no currículo de química o ponto de vista materialista presente nas discussões sobre modelos de átomos, íons, moléculas e ligações químicas, levando em conta a historicidade e o caráter prático da química. Como exemplo de caso histórico que pode ser abordado no ensino, destacamos o trabalho de Jean Perrin (1870-1942), que conseguiu determinar o número de Avogadro por meio de 13 procedimentos experimentais independentes, advogando pela existência efetiva dos átomos, uma vez que esse número representa algo que pode ser contado (Bensaude-Vincent & Stengers, 2023).

Outra implicação diz respeito a uma problematização filosófica e sua consequência social e ética. A perspectiva materialista nos mostra como foi possível os químicos intervirem na natureza para produzirem milhares de substâncias artificiais para aplicá-las em diferentes funções. A manipulação das substâncias para produzir outras é um tópico bem discutido em filosofia da química (Mocellin, 2019; Schummer, 2001; Laszlo, 2001) e pode compor as discussões de temas sociocientíficos no ensino de química, tanto no caso da produção de substâncias idênticas às naturais, a exemplo do carbonato de sódio (Colturato & Massi, 2021), como no caso de substâncias criadas, como os clorofluorcabonetos (CFCs). Do ponto de vista filosófico, é possível propor, no ensino, problematizações que dizem respeito ao modo como os cientistas químicos constroem conhecimento em uma perspectiva realista. A partir do realismo prático, entende-se que as tarefas primárias da química são a identificação, a classificação e a análise das transformações das substâncias químicas, segundo o modelo de cognição classificatório-histórico-descritivo. Já o modelo construtivo-hipotético-dedutivo é

aquele responsável por teorizar a transformação das substâncias, partindo de leis científicas e propondo novas leis, o que culmina na atividade teórico-prática de criação de substâncias.

O caso da criação de novas substâncias pode sugerir uma contradição com o realismo, pois nem todas as substâncias com as quais a química lida existem previamente como coisa em si, independentemente da consciência. Os modelos de cognição classificatório-histórico-descritivo e construtivo-hipotético-dedutivo nos mostram que a química, por um lado, lida com as substâncias dadas e, por outro, busca compreender as leis que regem as suas transformações. Ocorre que, mesmo que certas substâncias não existam na natureza como coisa em si, elas existem em potencial, pois os fenômenos que promovem a sua materialidade existem na realidade independentemente da consciência e podem ser manipulados para a criação de novos materiais. A prática química nos mostra que as leis da natureza (estas, sim, criadas pela consciência humana para explicar e manipular os fenômenos) são reais na medida em que é possível, pela prática experimental orientada teoricamente (isolamento de variáveis, tratamento da amostragem, purificação de reagentes, isolamento de substâncias, preparação de meios reativos ou não reativos, cálculo das massas a serem utilizadas) para criar substâncias. É importante considerar, no entanto, que essas leis sempre podem ser aperfeiçoadas, dado que o sujeito nunca tem em mente uma cópia da realidade, de modo que o conhecimento sempre pode ser aprimorado.

Um desdobramento dessa discussão, que vem sendo desenvolvida pela FQ e que interessa a um ensino de química histórico-crítico, é a ética do químico em relação às consequências da disseminação de milhares de substâncias no planeta Terra. Schummer (2001) considera que, pelo fato de a química sintética não tratar apenas de ideais e, sim, de transformações materiais, a liberdade de pesquisa deve ser buscada dentro dos limites das restrições morais às mudanças nas condições materiais da vida. Além disso, para Laszlo (2001), a proliferação de produtos químicos é consequência direta da corrida desenfreada no meio acadêmico, voltada para “publicar ou perecer”, e da lei de patentes na indústria, o que impede a verdadeira originalidade e o avanço do conhecimento científico. Em uma posição

coerente com o realismo prático, Laszlo (2001) afirma que um bom químico é aquele que transforma a admiração pelas maravilhas da natureza em uma cautelosa interferência no mundo real, pois um químico vai além da descrição, ele age na medida em que se relaciona com a tecnologia.

Uma última implicação para o ensino de química trata justamente das relações entre a química e a tecnologia, sugerindo a inserção de debates que envolvem problematizações sociais no ensino de química. Com base no caráter dual da química, a cognição classificatória-histórica-descritiva nos ajuda a explicar as origens práticas e tecnológicas da ciência (Vihalemm, 2015a). A química tem uma forte vinculação prática e tecnológica que está dialeticamente ligada ao fazer científico. Trata-se de pensar em termos de um realismo prático ou de um materialismo que associa o desenvolvimento científico às necessidades práticas de um certo momento dado sócio-historicamente. Essa visão filosófica da química, em articulação com estudos de casos históricos, pode trazer mudanças para os conteúdos discutidos no ensino de química. As ideias de Rein Vihalemm parecem convergir com a visão de historiadores de que a atividade acadêmica em química sempre esteve fortemente relacionada com as artes e com as atividades comerciais e industriais, na medida em que compartilham espaços, instrumentos, linguagens e interesses econômicos (Klein & Spary, 2010; Lefèvre, 2005)[5]. Essa relação é um aspecto fundamental para se pensar a prática social na EQ. A prática social, sendo o ponto de partida e o ponto de chegada do ensino histórico-crítico, pode ser problematizada de modo a se observar não só os avanços da ciência, mas também os retrocessos sociais e ambientais, dados os interesses econômicos alcançados

[5] Klein e Spary (2010), no livro *Materials and Expertise in Early Modern Europe*, apresentam uma abordagem histórica voltada para as práticas e técnicas da produção de materiais no século XVIII, colocando a matéria de modo integrado à prática da química e à prática da produção, considerando ainda a dinâmica dos laboratórios e dos espaços para produção de mercadorias. Os autores discutem não só como a química influenciou a produção, mas também como a produção influenciou a química, uma vez que muitas práticas e instrumentos foram levados da indústria aos laboratórios de pesquisa. Assim, os químicos não se preocupavam apenas com o desenvolvimento científico, mas também com a produção material e o comércio. Os materiais em questão são objetos do cotidiano, que, ao mesmo tempo, são objetos científicos (pólvora, corantes, argila, cerâmicas, materiais vegetais). Lefèvre (2005), partindo de uma discussão sobre as ciências em geral, defende que a ciência é trabalho e amplia a discussão estabelecida por Klein e Spary (2010) para os tempos atuais. O autor enfatiza uma dependência mútua entre a ciência e a produção material de tecnologias e mercadorias, de modo que a ciência é um fator econômico (Lefèvre, 2005).

por meio da ciência química. Trata-se, portanto, de problematizar a prática social reconhecendo os aspectos humanizadores e alienantes da relação entre a química e a tecnologia, tendo em vista que certas práticas na ciência química são condicionadas por interesses sociais e econômicos.

## Considerações finais

Reconhecemos a existência de muitos desafios no percurso de retomar as bases filosóficas das concepções pedagógicas para que haja um novo olhar para a FQ com vistas a buscar subsídios para a EQ. Dentre eles, destacamos: a produção ainda reduzida de pesquisas em Educação em Química que consideram a FQ; a baixa produção em FQ, visto que atualmente existe apenas um periódico especializado ativo; e a dificuldade de inserção dos educadores químicos em campos distintos (Educação, Química, Educação Química e Filosofia da Química). Consideramos, no entanto, que a reflexão sobre uma base filosófica da educação oferece uma coerência teórica capaz de nos orientar em futuros estudos para a elaboração de propostas educacionais. Esperamos, com este texto, contribuir para a área de EQ, na medida em que reconhecemos a FQ como um campo frutífero capaz de oferecer subsídios para o cumprimento dos nossos objetivos educacionais. Esperamos, ainda, que o exercício argumentativo apresentado neste ensaio a partir da nossa perspectiva teórica também seja feito por pesquisadores que adotam concepções pedagógicas e filosóficas distintas da nossa, buscando sempre a coerência filosófica que defendemos neste texto.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à CAPES pelo financiamento.

## Referências

Araujo Neto, W. N. (2012). Estudos sobre a noção de representação estrutural na educação em química a partir da semiótica e da filosofia da química. *Revista Virtual de Química*, *4*(6), 719-738 http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20120054

Baird, D., Scerri, E., & McIntyre, L. (Eds.). (2006). *Philosophy of chemistry:* Synthesis of a new discipline. Springer.

Barbosa, F. T., Lorenzetti, L., & Aires, J. A. (2022). O aspecto tecnocientífico do conhecimento químico contemporâneo. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, *3*(1), 1-21. https://doi.org/10.56117/resbenq.2022.v3.e032201

Bengoetxea, J. B. (2004). Filosofía y enseñanza de la química sin reduccionismos. *Educação e filosofía*, *18* (35), 233-258. https://philpapers.org/rec/BENFYE

Bensaude-Vincent, B., & Simon, J. (2012). *Chemistry:* The impure science. (2nd ed.). World Scientific.

Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (2023). *História da química*. (F. J. Luna, Trad.). Editora Unicamp.

Chalmers, A. (2013). Hasok Chang: Is water $H_2O$? Evidence, pluralism and realism, Boston studies in the philosophy of science. *Science & Education*, *22*(4), 913–920. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9554-5

Chang, H. (2012). *Is water H2O?: Evidence, realism and pluralism*. Springer Netherlands.

Chang, H., Duncan, K., Kim, K., & Paik, S. H. (2020). Electrolysis: What textbooks don't tell us. *Chemistry Education Research and Practice*, *21*(3), 806-822. https://doi.org/10.1039/C9RP00218A

Colturato, A. R., & Massi, L. (2021). O caso de Nicolas Leblanc e a produção da soda: elementos para compreensão da natureza da ciência. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, *14*(1), 397-423. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8076168

Duarte, N. (2001). As pedagogias do "aprender a aprender" e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. *Revista Brasileira de Educação*, (18), 35-40. https://doi.org/10.1590/S1413-24782001000300004

Erduran, S., Bravo, A. A., & Naaman, R. M. (2007). Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education*, *16*(9-10), 975-989. https://doi.org/10.1007/s11191-006-9072-4

Erduran, S., & Mugaloglu, E. Z. (2014). Philosophy of chemistry in chemical education: recent trends and future directions. In M. R. Matthews (Org.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 287-315). Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-7654-8

Ghibaudi, E., & Cerruti, L. (2020). Filosofia della chimica: un orizzonte conoscitivo inedito per la nostra disciplina? *La Chimica e l'Industria Newsletter*, *7*(1), 14-19.

Giordan, M.; Gois, J., & Ribeiro, M. A. P. (2024). Fronteiras entre a educação química e a filosofia da química em movimentos transitivos. *Revista da Sociedade*

*Brasileira de Ensino de Química*, *5*(1), 1-5. https://doi.org/10.56117/ReSBEnQ.2024.v5.e052425

Hirayama, M. P., & Porto, P. A. (2021). Elementos de história e filosofia da química segundo professores do ensino médio: relações química/sociedade. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, *2*(1), 1-27. https://doi.org/10.56117/resbenq.2021.v2.e022104

Hacking, I. (2012). *Representar e intervir*: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. (P. R. Oliveira, Trad.). Editora da UERJ.

Hoffmann, R. (2007). What might philosophy of science look like if chemists built it?. *Synthese*, *155*(3), 321-336. https://doi.org/10.1007/s11229-006-9118-9

Kavalek, D. S., Souza, D. O. G., Del Pino, J. C., & Ribeiro, M. A. P. (2015). Filosofia e História da Química para educadores em Química. *História da Ciência e Ensino*: construindo interfaces, *12*, 1-13.

Klein, U., & Spary, E. C. (Eds.). (2010). *Materials and expertise in early modern Europe: between market and laboratory*. University of Chicago Press.

Labarca, M., Bejarano, N., & Eichler, M. L. (2013). Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. *Química nova*, *36* (8), 1256-1266. https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol36No8_1089_01-AR12879

Labarca, M., Quintanilla-Gatica, M. R., & Izquierdo-Aymerich, M. (2022). El problema del grupo 3 de la Tabla Periódica: su enseñanza mediante la argumentación y la explicación científica: primera parte. *Ciência & Educação*, *28*, e22013, 1-12. https://doi.org/10.1590/1516-731320220013

Lemes, A. F. G., & Porto, P. A. (2013). Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *13*(3), 121-147. https://www.academia.edu/download/86060005/2839.pdf

Laszlo, P. (2001). Handling proliferation. *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry*, *7*(2), 125-140. https://www.hyle.org/journal/issues/7/laszlo.htm

Lefèvre, W. (2005). Science as labor. *Perspectives on Science*, *13*(2), 194-225. https://doi.org/10.1162/1063614057742705 39

Lima, M. M., & Silva, J. L. P. B. (2020). Orbital atômico: conceitos, ontologia e ensino. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, *1*(1), 1-33. https://doi.org/10.56117/resbenq.2020.v1.e012001

Lombardi, O., & Labarca, M. (2005). The ontological autonomy of the chemical world. *Foundations of Chemistry*, *7*(2), 125-148. https://doi.org/10.1007/s10698-004-0980-6

Lukács, G. (1978). *Introdução a uma estética marxista*. (2a ed.). (C. N. Coutinho e L. Konder, Trad.). Editora Civilização Brasileira, 1978.

Manafu, A. (2013). Internal realism and the problem of ontological autonomy: a critical note on Lombardi and Labarca. *Foundations of Chemistry*, *15*(2), 225-228. https://doi.org/10.1007/s10698-012-9165-x

Marx, K. (2001). Anexo: Teses sobre Feuerbach. In K. Marx & F. Engels, *A ideologia alemã* (L. C. C. Costa, Trad.) (pp. 99-103). Martins Fontes.

Marx, K. (2008). *Contribuição à crítica da economia política* (2a ed.) (F. Fernandes, Trad.). Expressão Popular.

Matthews, M. S. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *12*(3), 164-214. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165906.pdf

Mocellin, R. C. (2019). Natureza, técnica e materiais: um estilo químico-materialista de raciocínio e a preservação ambiental. In E. Becker, M. A. Becker, & S. M. S. Matos (Orgs.), *Técnica, natureza e ética socioambiental* (pp. 53-73). República do Livro.

Needham, P. (2006). Ontological reduction: A comment on Lombardi and Labarca. *Foundations of Chemistry*, *8*(1), 73-80. https://doi.org/10.1007/s10698-005-9002-6

Oliveira, D. A. B. D., & Gomes, V. B. (2021). Uma crítica ao reducionismo filosófico da química à mecânica quântica como elemento fundamental para a formação de professor. *Ciência & Educação*, 27, e21074, 1-14. https://doi.org/10.1590/1516-731320210074

Pires, D. R. G., Santana, T. S. S., & Ribeiro, M. A. P. (2023). Fisicalismo redutivo no ensino de química. *Educação Química en Punto de Vista*, Dossiê EPPEQ, 1-18. https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/3248/3465

Putnam, H. (1981). *Reason, truth and history*. Cambridge University Press.

Ribeiro, M. A. P. (2016). A emergência da filosofia da química como campo disciplinar. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *16*(2), 215-236. https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4373

Ribeiro, M. A. P. (2017). Panorama histórico da relação entre filosofia e química. *Educação Química en Punto de Vista*, *1*(2), 21-41. https://doi.org/10.30705/eqpv.v1i2.977

Ribeiro, M. A. P. (2024). Filosofia da Química como um fundamento teórico da educação química. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, *5*(1), 1-27. https://doi.org/10.56117/resbenq.2024.v5.e052424

Rosa, J. M. (2018). *A apropriação dos princípios fundamentais da teoria da evolução e os alcances abstrativos na concepção de mundo*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Unesp. http://hdl.handle.net/11449/157252

Rozentalski, E. F., & Porto, P. A. (2021). A ética química e seu ensino a estudantes de química. *Química Nova*, *44*(9), 1210-1218. http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170771

Saviani, D. (2009). *Educação:* do senso comum à consciência filosófica. (18a ed.). Autores Associados.

Saviani, D. (2011). *Pedagogia histórico-crítica*: primeiras aproximações. (11a ed.). Autores Associados.

Saviani, D. (2012). *A pedagogia no Brasil:* história e teoria (2a ed.). Autores Associados.

Saviani, D. (2015). O conceito dialético de mediação na pedagogia histórico-crítica em intermediação com a psicologia histórico-cultural. *Germinal: marxismo e educação em debate*, *7*(1), 26-43. https://periodicos.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/12463

Scerri, E. R. (2003). Philosophical confusion in chemical education research. *Journal of Chemical Education*, *80*(5), 468-474

Scerri, E. (2019). *The periodic table:* its story and its significance. (2nd ed.). Oxford University Press.

Schummer, J. (2001). Ethics of chemical synthesis. *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry*, *7*(2), 103-124. https://www.hyle.org/journal/issues/7/schummer.htm

Schummer, J. (2006). The philosophy of chemistry: from infancy towards maturity. In D. Baird, E. Scerri, & L. McIntyre (Eds.), *Philosophy of chemistry*: synthesis of a new discipline. (pp. 19-39). Springer.

Schummer, J. (2015). The methodological pluralism of chemistry and its philosophical implications. In E. Scerri & L. McIntyre (Eds.), *Philosophy of chemistry*: growth of a new discipline. (pp. 57-72). Springer Netherlands.

Silva, C. S., & Messeder Neto, H. S. (2021). O ensino de química como unidade dialética entre os níveis macroscópicos e submicroscópicos: para além do triângulo do Johnstone. *Revista Exitus*, 11, e020201, 1-25. https://doi.org/10.24065/2237-9460.2021v11n1ID1607

Silva, F. C., & Sasseron, L. H. (2023). Entre normas e rotinas da química orgânica: o trabalho com os domínios do conhecimento científico. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *25*, e42398, 1-21. https://doi.org/10.1590/1983-21172022240148

Silva, L. B., Barreto, U. R., Bejarano, N. R. R., & Ribeiro, M. A. P. (2018). A filosofia da ciência e a filosofia da química: uma perspectiva contemporânea. *Revista Ideação*, ed. esp., 392-423. https://doi.org/10.13102/ideac.v0i0.3020

Talanquer, V., & Pollard, J. (2010). Let's teach how we think instead of what we know. *Chemical Education Research and Practice*, *11*(2), 74-83. https://doi.org/10.1039/C005349J

Teixeira, L. A., & Massi, L. (2022). *O papel do conhecimento científico na formação da concepção de mundo dos estudantes*: desafios da pesquisa em ensino de ciências e de sociologia no Brasil. Lutas Anticapital.

Van Brakel, J. (1999). On the neglect of the philosophy of chemistry. *Foundations of Chemistry*, *1*(2), 111-174. https://doi.org/10.1023/A:1009936404830

Vihalemm, R. (2003). Are laws of nature and scientific theories peculiar in chemistry? Scrutinizing Mendeleev's discovery. *Foundations of Chemistry*, *5*(1), 7-22. https://doi.org/10.1023/A:1021980526951

Vihalemm, R. (2007). Philosophy of chemistry and the image of science. *Foundations of Science*, *12*(3), 223-234. https://doi.org/10.1007/s10699-006-9105-0

Vihalemm, R. (2011). Towards a practical realist philosophy of science. *Baltic Journal of European Studies*, *1*(1), 46-60. https://www.ies.ee/iesp/No9/iesp_no9.pdf

Vihalemm, R. (2015a). Philosophy of chemistry against standard scientific realism and anti-realism. *Philosophia Scientiæ*, *19*(1), 99-113. https://doi.org/10.4000/philosophiascientiae.1055

Vihalemm, R. (2015b). Theoretical philosophy and philosophy of science in soviet times: some remarks on the example of Estonia, 1960-1990. *Studia Philosophica Estonica*, *8*(2), 195-227. https://doi.org/10.12697/spe.2015.8.2.10

Vihalemm, R. (2016). Chemistry and the problem of pluralism in science: an analysis concerning philosophical and scientific disagreements. *Foundations of Chemistry*, *18*(2), 91-102. https://doi.org/10.1007/s10698-015-9241-0

Wartha, E. J., & Rezende, D. B. (2017). As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. *Educação Química en Punto de Vista*, *1*(1), 181-202. https://doi.org/10.30705/eqpv.v1i1.886

Zambrano-González, N. A. (2024). Interfaces entre Filosofia da Química e Educação Química: diálogos inadiáveis para a educação contemporânea. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química,* 5(1), 1-20. https://doi.org/10.56117/resbenq.2024.v5.e052411

Zeidler, P. (2000). The epistemological status of theoretical models of molecular structure. *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry*, *6*(1), 17-34. https://www.hyle.org/journal/issues/6/zeidler.htm

**Submetido em:** 27/01/2026 **Aceito em:** 25/08/2026 **Publicado em:** 23/09/2026

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ

Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License