

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 10/08/2027.

ANDRIEL RODRIGO COLTURATO

Interfaces entre Filosofia da Química e Pedagogia
Histórico-Crítica: primeiras aproximações no debate sobre
o realismo

Bauru - S.P.
2025

ANDRIEL RODRIGO COLTURATO

**Interfaces entre Filosofia da Química e Pedagogia
Histórico-Crítica: Primeiras aproximações no debate sobre
o realismo**

Tese de Doutorado, apresentada ao Conselho do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação para Ciência.

Bauru - S.P.
2025

C725i Colturato, Andriel Rodrigo
 Interfaces entre Filosofia da Química e Pedagogia
 Histórico-Crítica : primeiras aproximações no debate sobre o
 realismo / Andriel Rodrigo Colturato. -- Bauru, 2025
 124 f. : il., tabs.

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
 Faculdade de Ciências, Bauru
 Orientadora: Luciana Massi

 1. Pedagogia Histórico-Crítica. 2. Filosofia da Química. 3.
 Educação em Química. 4. Realismo. 5. Materialismo. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ANDRIEL RODRIGO COLTURATO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 10 dias do mês de junho do ano de 2025, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ANDRIEL RODRIGO COLTURATO, intitulada **Princípios filosóficos da química para o ensino: contribuições à Pedagogia Histórico-Crítica**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Assoc. LUCIANA MASSI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências e Letras / Unesp Araraquara, Prof. Dr. HÉLIO DA SILVA MESSEDER NETO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química Geral e Inorgânica / Universidade Federal da Bahia, Prof. Dr. MARCOS ANTÔNIO PINTO RIBEIRO (Participação Virtual) do(a) DCT - Departamento de Ciências e Tecnologia / Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Prof. Dr. NEWTON DUARTE (Participação Virtual) do(a) Educação / Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Prof. Dr. JACKSON GOIS DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / IBILCE (Unesp / Campus de São José do Rio Preto). Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: aprovado . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Assoc. LUCIANA MASSI

Documento assinado digitalmente



LUCIANA MASSI

Data: 10/06/2025 17:31:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A comissão examinadora propõe a alteração do título do trabalho do aluno Andriel Rodrigo Colturato

De: "Princípios filosóficos da química para o ensino: contribuições à Pedagogia Histórico-Crítica"

Para:

"Interfaces entre Filosofia da Química e Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras aproximações no debate sobre o realismo".

Bauru, 16 de julho de 2025.



Documento assinado digitalmente

LUCIANA MASSI

Data: 16/07/2025 17:09:31-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Luciana Massi
Orientador

Para Angelo Colturato
In Memoriam

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Barbina, e meu pai, Angelo (*In memoriam*), duas pessoas que, mesmo não tendo se apropriado das objetivações mais elevadas do gênero humano no decorrer de suas vidas, sempre me ofereceram, às custas de muito esforço, condições materiais e simbólicas para que eu prosseguisse com meu trabalho intelectual.

Ao meu irmão, Aldeir, pela parceria nos períodos mais difíceis.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Luciana Massi, por me orientar, me acompanhar nesse desafio de compreender o ensino de ciências em uma concepção revolucionária e por me oferecer uma inspiração profissional.

Aos membros titulares da banca de defesa de Tese de Doutorado, Prof. Dr. Newton Duarte, Prof. Dr. Hélio da Silva Messeder Neto, Prof. Dr. Marcos Antonio Pinto Ribeiro e Prof. Dr. Jackson Gois, por se dedicarem à leitura de meu trabalho e por me ajudarem, por meio de conversas ou por meios de suas produções científicas, a trilhar os caminhos da Pesquisa em Educação em Ciências.

A todos os orientandos e orientandas do grupo de pesquisa da Prof.^a Dr.^a Luciana Massi, pelas discussões acadêmicas e não acadêmicas que contribuíram para minha formação.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Estudos Marxistas em Educação pelas ricas discussões teóricas que me ajudaram a transformar minha visão de mundo.

Ao Prof. Dr. Lucas André Teixeira, pela parceria na pesquisa e fora dela.

À Sarah, quem compartilhou comigo bons momentos durante o doutorado.

Aos profissionais da educação pública com quem tive contato, do ensino básico e do superior, que fazem acontecer o trabalho educativo, trabalho este que é o motivo de qualquer pesquisa em Educação e Educação em Ciências.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pela bolsa concedida.

Os filósofos só *interpretaram* o mundo de diferentes maneiras; do que se trata é de *transformá-lo* (Marx, 2001, p. 103).

RESUMO

Para a Pedagogia Histórico-Crítica, uma teoria pedagógica marxista, a transmissão dos conteúdos científicos historicamente sistematizados tem um significado político de transformação social na medida em que eles auxiliam no desenvolvimento da concepção de mundo dos estudantes. Considerando esse significado político, uma das tarefas para o desenvolvimento dessa teoria pedagógica no campo no ensino de química é mostrar que a realidade existe objetivamente, o que envolve conceber a realidade como existente independentemente da consciência humana e que a verdade pode ser alcançada. No campo da Filosofia da Química, esse debate remete ao tema do realismo científico, o qual apresenta questões sobre a existência objetiva das entidades materiais da química. Buscando contribuir com esse debate no âmbito da Pedagogia Histórico-Crítica, o objetivo deste estudo é definir posicionamentos filosóficos fundamentais para a abordagem do conteúdo químico fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica e no debate realismo científico/materialismo presente área da Filosofia da Química e na filosofia da ciência marxista. Realizou-se estudos de natureza conceitual, sendo um deles uma revisão bibliográfica sistemática de artigos de Filosofia da Química que tratam do tema realismo. Como resultados, com base no pensamento de Dermeval Saviani, defende-se a necessidade de uma avaliação da coerência entre teoria filosófica da química e teoria pedagógica tendo como referência a base filosófica da teoria educacional. Em seguida, partindo de uma caracterização do debate sobre o realismo existente no campo da Filosofia da Química, estabeleceu-se distanciamentos e aproximações dessa área com a Pedagogia Histórico-Crítica, destacando problemas filosóficos referentes ao realismo. Por fim, uma análise sobre o realismo e o materialismo foi realizada em *Para uma Ontologia do Ser Social* de György Lukács e em artigos científicos do filósofo da química Rein Vihalemm. A análise desses autores nos permitiu definir implicações para o ensino de química e posicionamentos filosóficos fundamentais do realismo materialista, bem como propor reflexões sobre a abordagem dos conteúdos químicos. Foi possível estabelecer sete posicionamentos filosóficos, que dizem respeito: à existência da realidade independente da consciência; à objetividade e não neutralidade da ciência; ao caráter provisório das teorias; ao critério do realismo fundamentado na prática; ao caráter dual da ciência; à oposição ao pragmatismo; à oposição ao pluralismo ontológico e epistemológico. Conclui-se que os posicionamentos filosóficos desenvolvidos podem auxiliar na abordagem dos conteúdos químicos, inclusive pela historicização desses conteúdos, desde que sejam incorporados de modo intencional e indireto no ensino de química, contribuindo para o desenvolvimento da concepção de mundo dos estudantes.

Palavras-chave: Pedagogia Histórico-Crítica. Filosofia da Química. Educação em Química. Realismo. Materialismo.

ABSTRACT

For Historical-Critical Pedagogy, a Marxist pedagogical theory, the transmission of historically systematized scientific content holds a political meaning of social transformation insofar as it contributes to the development of students' worldview. Considering this political significance, one of the tasks in developing this pedagogical theory within the field of chemistry education is to demonstrate that reality exists objectively. This involves conceiving reality as existing independently of human consciousness and affirming that truth can be attained. In the field of the Philosophy of Chemistry, this debate refers to the theme of scientific realism, which raises questions regarding the objective existence of the material entities of chemistry. Aiming to contribute to this debate within the scope of Historical-Critical Pedagogy, the objective of this study is to define fundamental philosophical positions for approaching chemical content based on Historical-Critical Pedagogy and the debate on scientific realism/materialism present in the Philosophy of Chemistry and marxist philosophy of science. Conceptual studies were conducted, including a systematic literature review of articles in the Philosophy of Chemistry addressing the theme of realism. As results, based on the thought of Dermeval Saviani, the study argues for the necessity of evaluating the coherence between the philosophical theory of chemistry and the pedagogical theory, using the philosophical foundation of the educational theory as a reference. Subsequently, starting from a characterization of the realism debate in the field of the Philosophy of Chemistry, the study establishes both divergences and convergences between this field and Historical-Critical Pedagogy, highlighting philosophical issues related to realism. Finally, an analysis of realism and materialism was carried out through *Ontology of Social Being* by György Lukács and scientific articles by the philosopher of chemistry Rein Vihalemm. The analysis of these authors enabled the definition of implications for chemistry teaching and of fundamental philosophical positions grounded in materialist realism, as well as proposing reflections on how chemical content should be approached. Seven philosophical positions were identified, concerning: the existence of reality independent of consciousness; the objectivity and non-neutrality of science; the provisional nature of scientific theories; the criterion of realism grounded in practice; the dual character of science; opposition to pragmatism; and opposition to ontological and epistemological pluralism. It is concluded that the philosophical positions developed herein may support the approach to chemical content, including through its historicization, provided they are incorporated into chemistry teaching in an intentional and indirect manner, thereby contributing to the development of students' worldview.

Keywords: Historical-Critical Pedagogy. Philosophy of Chemistry. Chemistry Education. Realism. Materialism.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Área de trabalho do StArt
- Figura 2** Forma de conferência dos artigos obtidos revisão sistemática
- Figura 3** Seleção dos trabalhos segundo a etapas da revisão sistemática
- Figura 4** Exemplo de grafo direcionado e grafo não direcionado
- Figura 5** Mapa de rede de referências bibliográficas

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** Informações básicas dos trabalhos obtidos
- Quadro 2** Padronização de palavras-chave segundo critérios pré-estabelecidos
- Quadro 3** Referências mais citadas que envolvem o tema “realismo”
- Quadro 4** Palavras-chave mais relevantes que envolvem o tema “realismo”

SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
2 Interfaces entre educação química e filosofia da química.....	25
2.1 Desafios para a inserção da Filosofia da Química na Educação Química.....	25
2.2 Mediações entre Filosofia da Química e Educação Química: o papel central da filosofia da educação.....	28
2.3 Pedagogia Histórico-Crítica: princípios filosóficos, objetivos educacionais e limites.....	32
3 Problemas relacionados ao realismo em filosofia da química: um olhar para as referências e os temas da área.....	38
3.1 Coleta e seleção dos trabalhos utilizando o Software STArt.....	38
3.2 Fundamentos da análise de redes sociais e tratamento de dados.....	47
3.3 Referências mais citadas.....	51
3.4 Palavras-chave.....	61
3.4.1 Discussões gerais sobre o realismo.....	63
3.4.2 Realismo e a questão da estrutura molecular.....	64
3.4.3 Realismo, redução da química à física e ontologia.....	67
3.4.4 Variedades de realismo.....	69
3.5 Primeiros encaminhamentos para a Educação química em geral e para a Educação Química Histórico-Crítica.....	75
4 Contribuições do realismo materialista para a abordagem dos conteúdos químicos....	77
4.1 Bases realistas de György Lukács: aprofundando debates na Pedagogia Histórico-Crítica.....	78
4.2 Bases materialistas de Rein Vihalemm: contribuições do realismo prático para a Pedagogia Histórico-Crítica.....	90
4.3 Diferenças entre realismo prático e realismo pragmático.....	98
4.4 Algumas implicações do realismo prático para a Química.....	102
4.5 Posicionamentos filosóficos para a abordagem dos conteúdos na Pedagogia Histórico-Crítica.....	107
5 Considerações Finais.....	112
Referências.....	115

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa de doutorado tem como tema as possíveis contribuições do campo emergente denominado Filosofia da Química¹ ao ensino de química, principalmente ao ensino pautado na Pedagogia Histórico-Crítica.

Deste 2017, ainda cursando Licenciatura em Química no Instituto de Química de Araraquara, venho trabalhando, juntamente com a professora Dra. Luciana Massi, em projetos de pesquisa e de extensão com referência na Pedagogia Histórico-Crítica. A Pedagogia Histórico-Crítica teve seus fundamentos estabelecidos na década de 1980 por Dermeval Saviani, sobretudo a partir das obras *Escola e Democracia* (Saviani, 1999) e *Educação: do senso comum à consciência filosófica* (Saviani, 2009). Em 1991, é lançada a obra *Pedagogia histórico-crítica: Primeiras aproximações* (Saviani, 2011), na qual são sistematizadas as ideias que caracterizam essa teoria e se explicita o nome Pedagogia Histórico-Crítica.

Saviani se baseia no materialismo histórico-dialético como método de investigação da realidade. A partir da categoria trabalho, entende a educação nas suas relações com os modos de produção, com o trabalho socialmente produtivo e com o trabalho pedagógico (Saviani, 2019). Saviani (1999) esboça os fundamentos de uma teoria pedagógica crítica que reconhece os condicionantes sociais e materiais no desenvolvimento do processo histórico da educação, evidenciando a determinação recíproca entre prática educativa e prática social. A educação não é só pensada como elemento de reprodução das desigualdades sociais, mas também como atividade integrante da prática coletiva de transformação da sociedade. Propõe, então, em comparação e oposição aos cinco momentos da Escola Nova e do ensino tradicional, cinco momentos de uma pedagogia crítica no ensino: prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e prática social final.

A Pedagogia Histórico-Crítica defende a transmissão dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos constituídos historicamente aos estudantes com a finalidade de que eles possam problematizar e transformar a prática social (Saviani, 1999; 2011). Trata-se, assim, de uma teoria pedagógica que valoriza os conceitos científicos, uma vez que estes são considerados instrumentos para a transformação social. Isso, pois, se a classe dominante detém esses conhecimentos e sabe utilizá-los a seu favor, sobretudo para a dominação, é papel da escola fazer com que os dominados também dominem esses conhecimentos, sendo essa a

¹ Nesta tese, sempre que haver referência às áreas de pesquisa, tais como Filosofia da Química, Filosofia da Ciência, Educação e Educação em Ciências, ou nomes de teorias pedagógicas, como Pedagogia Histórico-Crítica, os termos se iniciarão com letra maiúscula. Quando houver referência às áreas do conhecimento, tais como química, filosofia, filosofia da ciência e filosofia da educação, ou processos de ensino, a exemplo de ensino de química, os termos se iniciarão com letra minúscula.

função política da educação (Saviani, 1999). Essa defesa se justifica pelo fato de que é a partir dos conhecimentos científicos que a classe trabalhadora pode passar de uma igualdade formal – defendida desde a revolução burguesa no slogan “todos são iguais perante a lei” – para uma igualdade real a partir de pressões sociais.

Os conhecimentos científicos são indispensáveis não para a formação de indivíduos abstratos, idealizados, como faz a pedagogia da essência (Saviani, 1999), mas indivíduos concretos, capazes de participar politicamente tendo em vista uma transformação social. Para essa finalidade, a transmissão dos conteúdos científicos não deve se resumir à mera transmissão de conceitos descolados da realidade social. “Assim, a transformação da igualdade formal em igualdade real está associada à transformação dos conteúdos formais, fixos e abstratos, em conteúdos reais, dinâmicos e concretos. [...]” (Saviani, 1999, p. 74). Desde modo, é considerado que há uma relação direta entre socialização do conhecimento objetivo e o sentido político da educação (Duarte, 2022).

Os conteúdos científicos são constituídos historicamente e fazem parte do desenvolvimento do gênero humano, portanto, são necessários para a humanização dos indivíduos para que eles possam compreender e atuar sobre sua realidade social em uma perspectiva de transformação. Embora se reconheça que somente a educação não seria responsável por uma transformação social, uma vez que essa tarefa exige a luta política organizada, a educação em si tem uma função política na medida que instrumentaliza os indivíduos para atuação na prática social.

Esses posicionamentos, cuja apropriação se desenvolveu em minha trajetória, pareciam muito coerentes tendo em vista as políticas neoliberais e, mais recentemente, a ascensão da extrema direita no Brasil e em vários outros países, o que tem contribuído para o negacionismo científico. Considero que questões da realidade brasileira – marcada pela desigualdade social, pelo capitalismo dependente pautado na exportação de *commodities* e pela agudização das condições de trabalho em diversos setores, inclusive do magistério – bem como da sociedade como um todo – desigualdade entre países da centralidade e da periferia do capitalismo, fome, agudização dos impactos das mudanças climáticas, sobretudo para os mais pobres – precisam ser transformadas, inclusive para garantir a continuidade da existência do gênero humano. Tendo assumido um compromisso teórico com Pedagogia Histórico-Crítica e tendo compreendido várias questões sobre o que é ser humano, escola, indivíduo e sociedade, nós percebemos que faltavam ainda subsídios para a implementação dessa concepção pedagógica no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de química. Afinal, como deve se concretizar o ensino desses conteúdos reais, dinâmicos,

concretos, vivos e atualizados de modo a cumprir o sentido político da educação? Seriam esses conteúdos apenas os conceitos científicos constituídos internamente no campo e cada disciplina científica? Quando Saviani (2011) discorre sobre as tarefas da Pedagogia Histórico-Crítica em relação à educação escolar, são apontadas as seguintes:

- a) Identificação das formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente, reconhecendo as condições de sua produção e compreendendo as suas principais manifestações, bem como as tendências atuais de transformação.
- b) Conversão do saber objetivo em saber escolar, de modo que se torne assimilável pelos alunos no espaço e tempo escolares.
- c) Provimento dos meios necessários para que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas apreendam o processo de sua produção, bem como as tendências de sua transformação. (Saviani, 2011, p. 8-9)

Ou seja, identificar, converter em saber escolar e prover os meios necessários para assimilação não são tarefas que se referem apenas ao saber objetivo, mas também às condições de produção e às tendências de transformação desse conhecimento. No que se refere a essas tarefas, entendemos que os estudos desenvolvidos nas áreas de História da Ciência e de Filosofia da Ciência podem nos auxiliar a compreender o conhecimento objetivo, suas condições de produção e suas tendências de transformação, tendo em vista a prática pedagógica. Estudos prévios pautados nessas áreas nos mostram que os conteúdos não são equivalentes a conceitos científicos prontos. São, por outro lado, uma síntese dos conceitos científicos na interação com a prática social produzida social e historicamente (Saviani, 2011, Messeder Neto, 2022; Duarte; Massi; Teixeira, 2022).

Dada a importância da história e da filosofia na elaboração de pressupostos para essa teoria pedagógica, um questionamento nuclear que temos investigado é o seguinte: qual é a visão de ciências, em particular de química, segundo a Pedagogia Histórico-Crítica? Tendo como base essa questão geral, nosso grupo de pesquisa têm buscado compreender a importância do aprendizado de conhecimentos científicos pela via da apropriação também de seus aspectos históricos e filosóficos com base no materialismo histórico-dialético. Algumas respostas parciais a essa questão foram elaboradas por Valero *et al.*, (2022) e Duarte, Massi e Teixeira (2022).

Apesar de a Pedagogia Histórico-Crítica existir há mais de 40 anos e da contribuição dos trabalhos que pesquisadores desta teoria pedagógica vêm realizando, há ainda que se avançar no campo das disciplinas específicas do Ensino de Ciências. Levantamentos bibliográficos (Massi *et. al.*, 2019; Galvão; Lavoura; Martins, 2019; Messeder Neto, 2022)

apontam que, além do baixo número de produção de pesquisas, têm ocorrido problemas quanto ao entendimento, à teorização e à prática pedagógica da Pedagogia Histórico-crítica. Alguns desses problemas consistem em utilizar os cinco momentos — prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e prática social final — de modo utilitarista e linear, reduzindo-os enquanto forma de ensino, e em compreender a prática social como sinônimo de cotidiano imediato, restringindo a abordagem de uma prática social global (Massi, *et al.*, 2019). Outros problemas, atrelados aos já destacados, dizem respeito à incompreensão do caráter dialético do método pedagógico, à inadequada caracterização do conceito de mediação presente nessa teoria pedagógica e à primazia da epistemologia frente a ontologia do ser social. Em síntese, tem-se secundarizado as bases teóricas, históricas e filosóficas, bem como o significado político do conjunto da obra de Saviani (Galvão; Lavoura; Martins, 2019). Massi *et al.* (2019) afirmam ainda que esses aspectos da incorporação da Pedagogia Histórico-Crítica se dão, por um lado, por conta de referências teóricas que favorecem a didatização em seu aspecto reduzido da teoria pedagógica, e por outro, porque os autores não encontram subsídios teóricos para aplicação no ensino de ciências, recorrendo ao pluralismo teórico e pedagógico.

Buscando contribuir para esse debate, Galvão, Lavoura e Martins (2019), na obra *Fundamentos da Didática Histórico-crítica*, recuperam os fundamentos históricos e filosóficos da Pedagogia Histórico-Crítica e propõem encaminhamentos teóricos para uma outra didática histórico-crítica. Reconhecendo as contribuições de tal obra, Messeder Neto (2022) salienta que ainda há necessidade de se apontar caminhos concretos para uma didática propriamente dita, uma vez que apenas discussões gerais podem levar a um verbalismo e uma paralisia das contribuições da Pedagogia Histórico-Crítica na escola concreta. O desafio da didática, portanto, ainda é atual, algo destacado pelo próprio Saviani (Martins; Rezende, 2020).

A partir dos estudos em História da Ciência e Filosofia da Ciência, nosso grupo de pesquisa tem se dedicado a buscar subsídios para uma visão de ciências, em especial da química, elaborando estudos de caso históricos e pressupostos gerais filosóficos relativos aos conteúdos de ciências para a Pedagogia Histórico-Crítica (Colturato; Massi, 2021; Valero *et al.* 2022; Duarte; Massi; Teixeira, 2022; Colturato; Massi, 2023; Lima; Massi, 2023). Iniciativas de outros grupos também se valem dos mencionados campos de pesquisa. Por exemplo, buscando contribuir para a seleção de conteúdos clássicos ensino, Santos e Messeder Neto (2023) destacam alguns pressupostos para a realização dessa tarefa: 1) investigar a estrutura lógica do conhecimento a ser ensinado sem perder de vista a prática

social, de modo a encontrar conceitos estruturantes do objeto; 2) entender o movimento histórico de seleção de conteúdos da disciplina específica e 3) investigar a história do desenvolvimento da ciência de referência sem abrir mão das contradições políticas.

A história da ciência, em geral, à qual a história da química se vincula, surge como uma área de pesquisa institucionalizada nas primeiras décadas do século XX, apesar de sempre ter acompanhado a própria ciência, desde as perspectivas mais reducionistas até nova historiografia da ciência (Alfonso-Goldfarb, 1994; Alfonso-Goldfarb; Ferraz; Beltran, 2004; Porto, 2010). É de se esperar, portanto, vasta produção em história da química², as quais, mesmo não se baseando no materialismo histórico-dialético, nos trazem muitos subsídios para pesquisas com base nesse método (Colturato; Massi, 2019) para elaboração, por exemplo, de casos históricos voltados ao ensino (Colturato; Massi, 2021). Apesar das dificuldades do trabalho historiográfico, a disponibilidade de fontes secundárias e primárias, bem como a já consolidada tradição do uso de história da química no ensino (Porto, 2010), favorecem a agenda que considera esses conteúdos na Pedagogia Histórico-Crítica.

Esse favorecimento não ocorre, no entanto, quando se considera o campo emergente denominado Filosofia da Química, o qual se desenvolveu mais sistematicamente apenas a partir da década de 1990. Com base no conjunto de pesquisas de nosso grupo e dos pesquisadores em Educação em Ciências pautados na Pedagogia Histórico-Crítica, compreendemos que há ainda a necessidade de nos aprofundarmos em estudos voltados para os conteúdos da química visando identificar e incorporar aspectos filosóficos que contribuam para o desenvolvimento da concepção de mundo dos estudantes. No que se refere à filosofia, Saviani e Duarte (2012) consideram que se trata de uma especialidade geral que interessa a toda humanidade em seu conjunto por tratar do pensamento e da razão. Os autores lembram da consideração de Antônio Gramsci de que todos os seres humanos são filósofos, pois todos pensam e expressam a compreensão de si e das coisas. A filosofia, no entanto, é inseparável da história. Isso, pois, a história, a produção da própria existência humana no tempo, é conteúdo e método para a forma de pensamento filosófico (Saviani; Duarte, 2012). Acreditamos que a explicitação, para os docentes e pesquisadores da Pedagogia Histórico-Crítica, da elaboração da forma sistematizada do pensamento que tem como

² Para citar alguns exemplos dessa vasta produção em história da química, destaco que o periódico *AMBIX: International research on the intellectual, social and cultural history of chemistry and alchemy, including medicine, industry, instruments, and gender* teve seu primeiro número publicado em 1937. O periódico *ISIS*, voltado para a história da ciência e iniciado em 1912, traz em seus primeiros números artigos e revisões de livros sobre história da química. Ambos os periódicos são editados ainda atualmente.

conteúdo a histórica – a filosofia – tem importante papel para o desenvolvimento da concepção de mundo dos estudantes.

Alguns pesquisadores da Pedagogia Histórico-Crítica (Rosa, 2018; Duarte, 2015) têm apontado questões sobre a importância da apropriação dos conteúdos científicos para a elaboração e transformação da concepção de mundo dos indivíduos, ou seja, do desenvolvimento de um universo simbólico composto por juízos, valores, ideias, conceitos e outras representações a respeito do mundo e de si mesmo (Duarte, 2015). Para Rosa (2018), ensinar conteúdos escolares é ensinar concepções de mundo veiculadas por esses conteúdos. Para Duarte (2022), os conhecimentos escolares não estão apartados das disputas entre visões de mundo e influenciam ideias sobre a natureza, a sociedade, a si mesmo, as relações sociais e os valores morais. Reconhecendo que as concepções de mundo estão arraigadas em concepções filosóficas, transmitidas intencionalmente ou não pelo trabalho educativo aos estudantes, esta pesquisa, de modo geral, busca na Filosofia da Química subsídios para um ensino de química histórico-crítico capaz de enriquecer a concepção de mundo dos estudantes. Buscamos contribuir, ao menos em parte, para a construção da didática histórico-crítica tendo como enfoque a reflexão filosófica sobre os conteúdos químicos.

A partir da década de 1990, começa a se institucionalizar um campo de pesquisa em Filosofia da Química principalmente por meio de dois periódicos, *Hyle: an International Journal for the Philosophy of Chemistry* e *Foundations of Chemistry* editadas por Joachim Schummer e Eric Scerri, respectivamente, e da criação da *The International Society for the Philosophy of Chemistry* (Baird; Scerri; McIntyre, 2006). A sociedade 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 tradicional, muito mais próxima de uma filosofia da física (Van Brakel, 1999), esse campo ainda não parece ter se consolidado totalmente. A revista *Hyle* foi descontinuada em 2021 e os eventos da sociedade seguem esvaziados, como pudemos vivenciar nos dois últimos anos em que participaram cerca de 30 pessoas. Por outro lado, a área conta com pesquisadores jovens que representam importantes contribuições para a continuidade da área.

A Filosofia da Química é um campo que emergiu tardiamente se comparado à Filosofia da Ciência tradicional. Isso, pois, havia uma certa falta de dignidade filosófica da química pelo seu distanciamento da física, pois a química, não tendo um quadro teórico próprio, teve de tomar emprestados, em alguns momentos históricos, os seus fundamentos teóricos da física (Bensaude-Vincent, 2014; Bensaude-Vincent, 2023). Diferente da biologia e da física, a química não tem uma teoria científica unificante de relevo, tal como a teoria da

evolução ou teoria da gravitação, que fez diminuir a sua boa imagem em relação ao seu caráter científico (Van Brakel, 1999). A química passou a ser entendida como reduzida à física, inclusive com o surgimento da mecânica quântica, o que contribuiu para o atraso das reflexões em Filosofia da Química.

Para a maioria dos filósofos da química, a disciplina tem particularidades que a caracterizam como uma ciência não reduzida à física. Ela não segue o modelo da física, pois se preocupa com os tipos particulares de matéria em detrimento do desenvolvimento de teorias universais, além de ser uma disciplina de característica instrumentista e prática (Van Brakel, 1999). Schummer (2014) afirma que a química é uma ciência experimental de orientação baconiana, dotada de um pluralismo metodológico, preditiva, classificatória e operatória. Bensaude-Vincent (2014, p. 59-60, tradução nossa), em uma crítica à filosofia da ciência tradicional, afirma que:

A filosofia da química tem sido a prima pobre da filosofia da ciência durante a maior parte do século XX. As questões padrão apresentadas nos manuais convencionais de filosofia da ciência – indução, dedução, realismo *versus* empirismo – estavam muito longe do tipo de questões que um químico orgânico tem de enfrentar diariamente no seu trabalho com reagentes na bancada do laboratório, com seus colegas e financiadores. Tais livros constituem uma caricatura da “filosofia de poltrona” e têm poucas chances de serem de interesse para os praticantes da ciência. [...] A inadequação da filosofia da ciência convencional exige uma reforma profunda do currículo dos cursos de filosofia da ciência e a química tem um papel a desempenhar nesta reforma.

Deste modo, a filosofia da química tem um papel a desempenhar na reforma da limitada filosofia da ciência convencional. Bensaude-Vincent (2014) defende uma integração da química na Filosofia da Ciência, mas não incentiva uma divisão disciplinar. Ao contrário, defende que a química merece mais atenção da Filosofia da Ciência para minar uma série de suposições tidas como certas sobre a racionalidade científica em geral, diversificando as visões da natureza e da realidade. Ao longo de muitos séculos, os químicos desenvolveram um acesso especial à natureza por meio do laboratório e uma forma especial de investigar e lidar com substâncias materiais e se confrontam com uma série de questões epistemológicas e ontológicas não consideradas pela Filosofia da Ciência.

A análise da Filosofia da Química parece promissora para a Pedagogia Histórico-Crítica quando se considera que a sua gênese teve muitas contribuições do materialismo dialético, umas das bases da teoria pedagógica em questão. As razões apontadas anteriormente mostram a negligência da reflexão filosófica sobre a química, porém, a disciplina não foi totalmente ignorada antes da década de 1990. Uma tradição que merece

destaque e que é enfatizada por vários autores (Van Brakel, 1999; Schummer, 2006; Gutiérrez Samanez, 2020; Mocellin; Zaterka, 2022) é a tradição soviética pautada no materialismo dialético. No período de 1949 a 1986, uma série de publicações sobre a filosofia da química, principalmente em alemão e russo, surgiram na Europa Oriental, incluindo uma série de livros dedicados exclusivamente ao assunto (Van Brakel, 1999). Segundo Van Brakel (1999), na antiga República Democrática Alemã, vinte e quatro pessoas escreveram trabalhos integrando filosofia e química, destacando questões como leis, teorias, modelos, causalidade, estrutura de moléculas orgânicas, química quântica, teoria de ácidos e bases e apontando assuntos históricos, econômicos ou educacionais. A quantidade de artigos publicados em periódicos excedeu em muito os publicados em língua inglesa. Também foram produzidos livros didáticos com capítulos sobre filosofia e ciência natural, materialismo e dialética em química, problemas epistemológicos em química, química e sociedade e visões filosóficas de cientistas.

Segundo Van Brakel (1999), essa tradição remonta a Hegel, que utilizou exemplos da química em sua filosofia dialética e desenvolveu as chamadas leis da dialética, e a Engels (1979), principalmente em *A Dialética da Natureza*. Este último recupera as leis da dialética de Hegel aplicando-as à natureza: a lei da unidade e oposição de princípios opostos; a lei do trânsito das mudanças quantitativas para mudanças qualitativas e a lei da negação da negação. Ao aplicar o esquema conceitual do materialismo dialético às ciências naturais, surgiram questões relevantes para a filosofia da química, tal como a noção de que qualquer tipo de mudança (movimento) deve corresponder a um tipo particular de matéria, culminando na distinção entre diferentes tipos, como físico-nuclear, elétrica, geológica, biológica e química, e, portanto, na defesa do não reducionismo da química à mecânica quântica (Van Brakel, 1999). Van Brakel (1999) apresenta ainda autores influentes que escreveram sobre filosofia da química, tais como Kedrov e Kuznetsov e Zhdanov. Essa tradição desaparece com a queda da União Soviética, porém, existem filósofos mais recentes, como Niedersen (1994), Laitko (1996), Vihalemm (2011), Imyanitov (2016) e Gutiérrez Samanez (2020)³.

A partir da década de 1990, uma série de outras questões têm sido discutidas no campo da filosofia da química tendo em vista diferentes perspectivas filosóficas (Schummer, 2015). No entanto, segundo Ribeiro (2014), as bases epistemológicas nos cursos de formação de professores de química ainda se fundamentam na filosofia da ciência tradicional, ou seja, em autores como Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Karl Popper e Paul Feyerabend. Ainda na década

³ Importantes referências produzidas na antiga República Democrática Alemã podem ser encontradas na bibliografia elaborada por Schummer (1996), disponível em <https://www.hyle.org/journal/issues/2/ddrliter.pdf>. Também é possível encontrar referências de pesquisadores da União Soviética em Van Brakel (1999).

de 1980, a própria área de Educação em Ciências teve forte influência da história e filosofia da ciência em sua formação (Villani; Dias; Valadares, 2009), o que indica que essa área, no Brasil, ainda é influenciada fortemente pelos referenciais de sua origem. Ribeiro (2016) afirma que no ensino de ciências e de química, mesmo Gaston Bachelard, filósofo conhecido por sua formação em química, é lido como um filósofo da física, uma vez que se enfatiza discussões sobre geometrias não euclidianas e mecânica quântica e se desconsidera livros como o *Pluralismo coerente da química contemporânea*, traduzido para o português apenas em 2007. Nesse contexto, é possível afirmar que embora o campo da Filosofia da Química tenha se desenvolvido, suas contribuições ao ensino ainda são incipientes. Uma das discussões que devem ser realizadas, por exemplo, é sobre o grau de reflexão sobre conteúdo químico e o grau de reflexão sobre conteúdo filosófico que deve ser incorporado ao ensino (Giordan; Gois; Ribeiro, 2024).

No âmbito específico da Pedagogia Histórico-Crítica, a filosofia da química, por ser dotada de uma raiz materialista, histórica e dialética, pode contribuir para o já mencionado debate sobre o desenvolvimento da concepção de mundo dos estudantes. Segundo Duarte (2022) conhecimentos científicos e concepção de mundo se relacionam dando origem a diversos aspectos a serem considerados no ensino: a ciência está comprometida com a busca da verdade, e isso implica que o mundo existe objetivamente, independentemente do nosso pensamento; o mundo está em permanente movimento, gerado por causalidades; a ciência se constitui por mediações teóricas, abstrações ou elaborações mentais que não se relacionam diretamente com a prática imediata; o conhecimento é elaborado e revisado coletivamente (Duarte, 2022). Considerar esses aspectos no ensino é condição necessária para a transformação das estruturas sociais, uma vez que, a partir deles, é possível conhecer a realidade. As visões de mundo liberal, neoliberal, além do pós-modernismo, que engloba correntes filosóficas (e visões de mundo) subjetivistas, relativistas, pragmatistas e irracionaisistas, por outro lado, não consideram a possibilidade do conhecimento objetivo, o que mina qualquer possibilidade de transformação (Duarte, 2022). Deste modo, diversas concepções filosóficas podem estar atreladas ao ensino, de modo intencional ou não, e muitas delas podem impedir a atuação crítica dos estudantes na sociedade voltada para a transformação social. Em nossa concepção, os educadores e químicos e pesquisadores em ensino de química devem questionar quais são as concepções de mundo que estão sendo transmitidas. Por exemplo, se são aquelas concepções vinculadas ao positivismo ou ao pragmatismo, a partir das quais o conhecimento serve meramente para se buscar respostas a

problemas práticos, utilitários e imediatos, ou aquelas que possibilitam reflexões sobre o mundo, a realidade e a vida humana (Duarte; 2010; 2022).

Como já mencionado, para a Pedagogia Histórico-Crítica a educação tem um sentido político, de modo que as visões que contribuem para a efetivação das transformações sociais são aquelas que compreendem que a realidade existe objetivamente. Esse pressuposto envolve a necessidade de um desenvolvimento filosófico sobre temas como verdade, objetividade e neutralidade científica. Como pressuposto para essa pesquisa, considera-se que as discussões relativas à concepção de mundo, verdade, objetividade e neutralidade estão diretamente relacionadas com o tema do realismo científico. Isso, pois, neste debate estão presentes discussões relativas à possibilidade da existência das entidades químicas, a correspondência de conceitos a essas entidades e os valores intrínsecos em teorias que são independentes dos objetivos epistêmicos (Schummer, 2015).

O debate sobre o realismo nasceu provavelmente no século XV com Silvestro Mazolino de Prieria, que afirmava a realidade dos universais (gênero e espécies). Em um sentido mais geral e moderno, Immanuel Kant em *Crítica da Razão Pura*, no século XVIII, utiliza o termo para indicar a existência da realidade externa (Abbagnano, 1998) um princípio fundamental para os debates filosóficos atuais sobre o tema. No campo da Química, os debates que remetem ao realismo se iniciam no século XIX com as disputas entre atomistas e anti-atomistas, ou seja, entre aqueles que acreditavam que existem átomos e aqueles que defendiam que as elaborações teóricas com base nessa ideia eram apenas construções mentais, instrumentos necessários para o fazer químico (Bensaude-Vincent, 2023). Posturas atuais semelhantes a essa última são consideradas atualmente como perspectivas antirrealistas. O realismo, no entanto, é mais aceito em Filosofia da Química, porém se desdobra em várias perspectivas (Schummer, 2015). Deste modo, há diversas posições filosóficas, em outras palavras, visões de mundo, que devem ser compreendidas com a finalidade de trazer contribuições à abordagem dos conteúdos para a Pedagogia Histórico-Crítica e contrastadas com o materialismo histórico-dialético, base filosófica dessa teoria pedagógica. Nesse sentido, consideramos que a investigação das ideias do filósofo húngaro marxista György Lukács sobre como é possível apreender a realidade e do filósofo da ciência e da química Rein Vihalemm, quem também parte das ideias de Karl Marx e se dedica ao tema do realismo, podem ser frutíferas para o ensino de química histórico-crítico.

Nesse contexto, definimos como objeto desta pesquisa o debate filosófico sobre realismo científico, pautado no materialismo histórico-dialético e na Filosofia da Química, e suas consequências para a Educação Química Histórico-Crítica. Temos como objetivo definir

posicionamentos fundamentais para a abordagem do conteúdo químico fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica e no debate realismo científico/materialismo presente na área da Filosofia da Química e na filosofia da ciência marxista. Para a consecução do objetivo geral, alguns objetivos específicos estabelecidos são:

1) defender a necessidade de uma avaliação da coerência entre teoria filosófica da química e teoria pedagógica, tendo como fundamento a base filosófica das teorias educacionais;

2) caracterizar o debate sobre o realismo existente no campo da Filosofia da Química com vistas a estabelecer distanciamentos e aproximações dessa área com a Pedagogia Histórico-Crítica, destacando problemas filosóficos referentes ao realismo a partir do mapeamento de temas e referenciais teóricos;

3) elencar princípios fundamentais do realismo materialista na filosofia das ciências naturais presente nas obras de György Lukács e Rein Vihalemm, propondo reflexões sobre a abordagem dos conteúdos químicos.

No que se refere aos procedimentos de pesquisa, o primeiro e o terceiro objetivos específicos foram cumpridos a partir de procedimentos de natureza conceitual, pois consistem na mobilização de conceitos já existentes para analisar as determinações constitutivas da dinâmica e o desenvolvimento do objeto. Como procedimentos de análise teórico-conceitual, seguiremos as orientações de Martins e Lavoura (2018): explicitar os significados dos conceitos e fazer uma síntese primária; identificar a(s) ideia(s) diretriz(es); desvelar a(s) relação(ões) asserção/razão; diferenciar e analisar de forma comparativa as ideias diretrizes entre si e elaborar uma síntese. Os critérios de seleção do acervo analisado são apresentados nos capítulos referentes a cada um dos objetivos.

Para cumprir o segundo objetivo específico, por se tratar de um mapeamento, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática de artigos de filosofia da química a partir de buscas nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* para o *software* StArt (*State of the Art*) e Gephi. Consideramos que esse tipo de pesquisa também é de natureza conceitual, uma vez que a análise envolve a interpretação e a mobilização de conceitos teóricos previamente existentes com vistas à formulação de novas ideias.

O texto deste estudo é dividido nesta introdução e mais três capítulos. Na introdução, apresentou-se uma breve trajetória do pesquisador junto à Pedagogia Histórico-Crítica, o referencial pedagógico desta pesquisa, a trajetória de desenvolvimento desta teoria pedagógica e da Filosofia da Química e a importância de se considerar a concepção de mundo vinculada aos conteúdos no ensino. Defende-se que há uma relação entre concepção de

mundo e o campo da Filosofia da Química, destacando-se a importância do debate sobre o realismo e a importância de uma avaliação das variedades de realismo para a incorporação na concepção da Pedagogia Histórico-Crítica.

O capítulo dois trata da necessária aproximação entre Educação Química e Filosofia da Química, argumentando que atualmente há poucas interfaces estabelecidas entre esses dois campos. Partindo-se do pressuposto de que é necessário haver uma avaliação criteriosa sobre qual filosofia da química deve ser integrada ao ensino, defende-se que o elemento de coerência entre esses dois campos está na base filosófica das teorias educacionais. Em seguida, a base filosófica fundante da Pedagogia Histórico-Crítica, o materialismo histórico-dialético, é apresentada, explicitando-se os conceitos fundamentais a serem considerados na busca das interfaces com a Filosofia da Química.

O capítulo três se dedica a demonstrar os resultados de uma revisão sistemática realizada em bases de dados internacionais em artigos da Filosofia da Química que tratam do tema do realismo. A forma da coleta e da análise dos dados são explicitadas e uma análise descritiva das principais referências é feita, demonstrando que existem variedades de realismo e diferentes concepções filosóficas no campo da Filosofia da Química. A partir das duas análises, são apresentados quatro problemas fundamentais no que diz respeito à temática do realismo. Por fim, desafios e encaminhamentos para Pedagogia Histórico-Crítica são apresentados.

No capítulo quatro são apresentadas as contribuições do realismo materialista para a abordagem dos conteúdos químicos. Discute-se os princípios fundamentais do realismo materialista presente no filósofo marxista György Lukács, um dos referenciais teóricos da Pedagogia Histórico-Crítica, e em Rein Vihalemm, filósofo da química de influência marxista. A partir de György Lukács, são aprofundados alguns dos princípios filosóficos da Pedagogia Histórico-Crítica no que diz respeito ao tema do realismo científico. A concepção filosófica denominada realismo prático, presente em Rein Vihalemm, é analisada, evidenciando-se seu caráter materialista, a coerência com a Pedagogia Histórico-Crítica, as diferenças com o realismo pragmático e as contribuições adicionais em relação à disciplina química. Em seguida, são apresentadas implicações e posicionamentos filosóficos para a abordagem dos conteúdos, bem como uma proposta de inserção de debates filosóficos da química em processos de ensino.

Finalizando este estudo, nas considerações finais são apresentados limites e perspectivas futuras relacionadas à proposta desta tese.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, tivemos como objetivo definir os posicionamentos fundamentais para a abordagem do conteúdo químico fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica com base no debate realismo científico/materialismo presente na área da Filosofia da Química e na filosofia da ciência marxista.

Partiu-se do pressuposto de que um debate sobre o realismo científico pautado no materialismo histórico-dialético é necessário para desenvolver a concepção de mundo dos estudantes. Defendemos inicialmente que é necessário que professores e pesquisadores do ensino de química, sobretudo aqueles pautados na Pedagogia Histórico-Crítica, mantenham uma relação consciente sobre posições filosóficas e, conseqüentemente, sobre concepções de mundo, que são transmitidas durante a abordagem dos conteúdos químicos. Isso, pois, há diversas possibilidades de concepções filosóficas, com diversas particularidades entre si no que diz respeito à defesa da existência das entidades da química. Julgamos necessário que os docentes tenham consciência sobre a adequação dessas perspectivas filosóficas da química quando nos pautamos em concepções pedagógicas, de modo que concepções filosóficas com ênfase na química possam ser mobilizadas intencionalmente para responder o que ensinar, para que ensinar e como ensinar. Em outras palavras, a perspectiva filosófica adotada para o ensino de química deve ser coerente com os pressupostos filosóficos que dirigem os objetivos educacionais da teoria pedagógica à qual o professor ou o pesquisador se vincula.

A Pedagogia Histórico-Crítica parte de uma base filosófica denominada materialismo-histórico-dialético, que compreende que a realidade tem uma base material que existe independentemente da consciência e que a realidade se constitui a partir de um movimento contraditório, de constantes transformações. Essa defesa, no entanto, precisa ser mais bem fundamentada quando se analisa a complexidade filosófica e os problemas presentes nas discussões sobre o realismo em filosofia da química.

Como pudemos observar no levantamento bibliográfico, a discussão da existência da realidade independentemente da consciência e sobre a possibilidade de se obter a verdade em ciências, pode chegar a conclusões antirrealistas ou realistas relativistas, tal como defende o realismo internalista e seu pluralismo ontológico subjetivo. Algumas vertentes realistas, como o realismo prático, podem reconhecer a existência da realidade, porém, reconhecem que nossa investigação não a esgota e que, portanto, não existe verdade absoluta. Outro problema é o papel histórico e contemporâneo da existência de teorias concorrentes, o que também direciona para um antirrealismo das teorias ou tipos de realismo relativista (pluralista teórico e

ontológico), na medida em que teorias concorrentes podem ser combinadas pragmaticamente no trabalho dos químicos. Destaca-se também o argumento sobre os métodos analíticos diversos, de que resultados distintos das estruturas químicas, sinalizam uma não correspondência entre conhecimento e realidade, o que corrobora um antirrealismo. Por fim, está presente também, na Filosofia da Química, o argumento realista relativo à atividade do químico em relação a entidades químicas (intervenção, manipulação de materiais e teorias, experimentação e produção de tecnologia) como critério para defender algum tipo de realismo. Tal perspectiva é utilizada por diferentes filósofos que trazem algumas distinções em seus argumentos.

Embora o debate sobre a objetividade do conhecimento e da existência da realidade independentemente da consciência esteja bem estabelecido na Pedagogia Histórico-Crítica, foi necessário complexificá-lo em contraste com as particularidade da química, disciplina que envolve a correspondência com a realidade de entidades tratadas abstratamente, como moléculas, átomos, íons e elétrons. Nesse sentido, uma primeira aproximação para esse debate foi estabelecer relações entre a ontologia do ser social de György Lukács, a qual, dentre as diversas contribuições para o marxismo, traz a noção de que a ciência tem sua gênese no processo de trabalho e que essa ciência busca, continuamente, compreender a realidade de modo objetivo. Tomar a ciência como inserida no processo de trabalho implica tomá-la como um processo ativo, que articula teoria e prática. Assim, buscou-se aportes no também no realismo prático de Rein Vihalemm, autor que parte de bases marxistas para pensar o realismo no âmbito da ciência, principalmente da química.

As ideias desses autores nos permitiram traçar implicações para a reflexão em química e posicionamentos filosóficos para a abordagem dos conteúdos químicos no ensino. No entanto, é necessário reconhecer que a aproximação de ideias formuladas por autores de contextos distintos em termos de influências, formação e objetos de estudo, ainda deve ser mais bem analisada. Deste modo, é necessário que haja um aprofundamento desses estudos tendo em vista os aspectos filosóficos da química. Tal como se pôde observar neste trabalho, a área de filosofia se dedica à reflexão de problemas, gerando debates que estão sempre sendo atualizados por meio da crítica e da reflexão.

Entende-se, no entanto, que esses posicionamentos podem contribuir para novas pesquisas, inclusive para aquelas voltadas para a construção da Didática Histórico-Crítica. Em termos da construção dessa didática, é necessário considerar as relações entre conteúdo, forma e destinatário. Este estudo é apenas um pequeno passo rumo à didática e diz respeito mais diretamente à questões referentes ao conteúdo.

Nesse contexto, os posicionamentos filosóficos aqui apontados não esgotam toda a complexidade da abordagem dos conteúdos químicos. A tarefa de desenvolver a Pedagogia Histórico-crítica é uma tarefa coletiva. Reconhece-se, também, que qualquer proposta relativa a esse desenvolvimento deve levar em conta as limitações na formação inicial e continuada de professores, bem como limitações concretas do ensino básico no Brasil. Tal como demos ênfase, neste trabalho, na importância prática como elemento fundamental para o realismo científico, é necessário considerar a prática também em relação às condições materiais do processo educativo. Como afirma Saviani (2011, p. 91):

Essas condições materiais configuram o âmbito da prática. Esta exerce-se no âmbito da materialidade e é um dos fundamentos da concepção pedagógica que está sendo objeto de análise, isto é, a pedagogia histórico-crítica, a qual, como se sabe, considera que a teoria tem o seu fundamento, o seu critério de verdade e a sua finalidade na prática. Então o primado da prática sobre a teoria é posto aí de forma clara. Isso significa que não podemos nos limitar a apenas pensar a prática a partir do desenvolvimento da teoria.

É nesse sentido, considerando que a teoria tem seu fundamento, critério de verdade e finalidade na prática, é que podemos propor contribuições à Pedagogia Histórico-Crítica para que se desenvolva a concepção de mundo dos estudantes. A referência à finalidade prática, de Saviani, não é um aspecto menos importante do que a teoria. Quando consideramos o sentido político da educação, buscamos alterar a própria realidade da prática social na tentativa de fazer valer a elegante passagem de Marx, de que “Os filósofos só *interpretaram* o mundo de diferentes maneiras; do que se trata é de *transformá-lo*” (Marx, 2001, p. 103)

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é história da ciência** São Paulo: Brasiliense, 1994.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC / Livraria de Física / FAPESP, 2004. p. 49-73.
- ARAÚJO NETO, W. N. Estudos sobre a noção de representação estrutural na educação em química a partir da semiótica e da filosofia da química. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 6, p. 719-738, 2012.
- BAIRD, D.; SCERRI, E. R.; MCINTYRE, L. C. **Philosophy of chemistry**: Synthesis of a new discipline. Springer, 2006.
- BARBOSA, F. T.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. O aspecto tecnocientífico do conhecimento químico contemporâneo. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 3, n. 1, p. 1-21, 2022.
- BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *In*: **Proceedings of the international AAAI conference on web and social media**, 2009, p. 361-362.
- BENGOETXEA, J. B. Filosofía y enseñanza de la química sin reduccionismos. **Educación e Filosofía**, v. 18, n. 35, p. 233-258, 2004.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Chemistry in the French tradition of philosophy of science: Duhem, Meyerson, Metzger and Bachelard. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 36, n. 4, p. 627-649, 2005.
- BENSAUDE-VINCENT, B. **História da química**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2023.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Philosophy of chemistry or philosophy with chemistry. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 58-76, 2014.
- BENSAUDE-VINCENT, B.; SIMON, J. **Chemistry**: The impure science. World Scientific, 2012.
- BIOLCHINI, J *et al.* Systematic review in software engineering. System engineering and computer science department COPPE/UFRJ, **Technical Report ES**, v. 679, n. 05, p. 1-30, 2005.
- BLACKIE, M. A. L. An examination of the practice of chemistry through the lens of critical realism. **Journal of Critical Realism**, v. 21, n. 4, p. 401-415, 2022.
- BLACKIE, M. A. L. Implications of a critical realism approach to chemistry research and education. **Nature Chemistry**, v. 15, n. 8, p. 1047-1050, 2023.
- BUNGE, M. **Matter and mind**: A philosophical inquiry. Springer Science & Business Media, 2010.
- CHANG, H. **Is Water H₂O?**: Evidence, Realism and Pluralism. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012.

CHANG, H. Is pluralism compatible with scientific realism?. *In*: SAATSI, J (Org.). **The Routledge handbook of scientific realism**. Routledge, 2018, p. 176-186.

CHANG, H. Pragmatic realism. **Revista de Humanidades de Valparaíso**, n. 8, p. 107-122, 2016.

CHRISPINO, A. *et al.* A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

COLTURATO, A. R.; MASSI, L. Aportes teóricos e metodológicos para a história da ciência com base no materialismo histórico-dialético. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 11, n. 3, p. 170-180, 2019.

COLTURATO, A. R.; MASSI, L. 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**, v. 14, n. 1, p. 397-423, 2021.

COLTURATO, A. R.; MASSI, L. O cotidiano em artigos da Química Nova na Escola: contribuições a partir da análise de redes. **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 3, p. 241-253, 2023.

CREAVEN, S. Materialism, realism and dialectics. *In*: BROWN, A.; FLEETWOOD, S. ROBERTS, J. M. (Org.). **Critical realism and Marxism**. London and New York: Routledge, 2002. p. 131-154.

DOPPELT, G. Best theory scientific realism. **European Journal for Philosophy of Science**, v. 4, n. 2, p. 271-291, 2014.

DUARTE, N. A importância da concepção de mundo para a educação escolar: porque a pedagogia histórico-crítica não endossa o silêncio de Wittgenstein. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 7, n. 1, p. 8-25, 2015.

DUARTE, N. A filosofia da práxis em Gramsci e Vigotski. **Anais da VI Jornada do Núcleo de Ensino**, UNESP, campus de Marília, p. 01-21, 2007.

DUARTE, N.; MASSI, L.; TEIXEIRA, L. A. The committed objectivity of science and the importance of scientific knowledge in ethical and political education. **Science & Education**, v. 31, n. 6, p. 1629-1649, 2022.

DUARTE, N. As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**, p. 35-40, 2001.

DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. *In*: MARTINS, L. M.; DUARTE, N. (orgs). **Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

DUARTE, N. O significado político da objetividade do conhecimento e de sua difusão: argumentos contra o negacionismo e o relativismo. **Germinal: marxismo e educação em debate**, v. 14, n. 3, p. 55-72, 2022.

DUAYER, M. Antirrealismo e absolutas crenças relativas. **Verinotio–Revista on-line de Filosofia e Ciências Humanas**, n. 14, p. 12-12, 2012.

DUAYER, M. Jorge Luis Borges, filosofia da ciência e crítica ontológica: verdade e emancipação. **Margem Esquerda**, v. 24, p. 87-110, 2015.

DUAYER, M. Marx, verdade e discurso. **Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 15-39, 2001.

DUAYER, M; MEDEIROS, J. L. Under-labouring'for ethics: Lukács' critical ontology. *In*: LAWSON, C; LATSIS, J. S.; MARTINS, N. (Org.). **Contributions to social ontology**. London: Routledge, 2007. p. 102-123.

EARLEY, J. E. Process structural realism, instance ontology and societal order. *In*: RIFFERT, F.; SANDER, H.-J. (Org.). **Whitehead's process philosophy: system and adventure in interdisciplinary research. Discovering new pathways**. Berlin: Alber, 2008. p. 190–211.

ENGELS, F. **Ludwig Feuerbach e o Fim da Filosofia Clássica Alemã**. Marxists.org. 2013 Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/marx/1886/mes/fim.htm>. Acesso em: 18 mai. 2025.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

ERDURAN, S.; BRAVO, A. A.; NAAMAN, R. M. Developing epistemologically empowered teachers: Examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. **Science & Education**, v. 16, p. 975-989, 2007.

ERDURAN, S.; MUGALOGLU, E. Z. Philosophy of Chemistry in chemical education: recent trends and future directions. *In*: Matthews M. R. (org.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. New York: Springer, 2014. p. 287-316.

GALVÃO, A. C; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2019.

GARCÍA ZERECERO, G. Molecular models and scientific realism. **Foundations of Chemistry**, v. 22, n. 3, p. 467–476, 2020.

GHIBAUDI, E. M.; CERRUTI, L. Filosofia della chimica: Un orizzonte conoscitivo inedito per la nostra disciplina?. **La chimica e l'industria newsletter**, n. 7, p. 14-19, 2020.

GIORDAN, M.; GOIS, J. RIBEIRO, M. A. P. Fronteiras entre a Educação Química e a Filosofia da Química em movimentos transitivos. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2024.

GRAMSCI, A. **Cadernos do Cárcere**: Introdução ao estudo da filosofia. A filosofia de Benedetto Croce. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

GUTIÉRREZ SAMANEZ, J. A. Binódic periodic system: a mathematical approach. **Foundations of Chemistry**, v. 22, n. 2, p. 235-266, 2020.

HACKING, I. **Representar e Intervir**: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Tradução de Pedro Rocha de Oliveira. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

HARRÉ, R. Structural Explanation in Chemistry and Its Evolving Forms. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 988, n. 1, p. 1–15, 2003.

HENDRY, R. Ontological reduction and molecular structure. Studies in History and Philosophy of Science Part B: **Studies in History and Philosophy of Modern Physics**, v. 41, n. 2, p. 183–191, 2010.

HENDRY, R. F.. Book Review: Jaap van Brakel: Philosophy of Chemistry: Between the Manifest and the Scientific Image Leuven University Press, Leuven, 2000, xiv+ 246 pp., ISBN 90-5867-063-5. **Foundations of Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 187-197, 2005.

HIRAYAMA, M. P.; PORTO, P. A. Elementos de história e filosofia da química segundo professores do ensino médio: Relações química/sociedade. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 2, n. 1, p. 2-27, 2021.

HOFFMANN, R. What might philosophy of science look like if chemists built it?. **Synthese**, v. 155, n. 3, p. 321-336, 2007.

IMYANITOV, N. S. Dialectics and synergetics in chemistry. Periodic Table and oscillating reactions. **Foundations of Chemistry**, v. 18, n. 1, p. 21-56, 2016.

KAVALEK, D. S.; SOUZA, D. O. G.; DEL PINO, J. C.; RIBEIRO, M. A. P. Filosofia e história da química para educadores em química. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 12, p. 1-13, 2015.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. **Information and software technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 12. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M. L. Química e filosofia: Rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1256-1266, 2013.

LABARCA, M.; QUINTANILLA-GATICA, M. R.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. El problema del grupo 3 de la tabla periódica: Sua enseñanza mediante la argumentación y la explicación científica: Primera parte. **Ciência & Educação**, v. 28, e22013, p. 1-12, 2022.

LAITKO, H. **Chemie und Philosophie: Anmerkungen zur Entwicklung des Gebietes in der Geschichte der DDR**, 1996.

LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. 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**, v. 13, n. 3, p. 121-147, 2013.

LÉNINE, V. I. **Materialismo e empiriocriticismo: notas críticas sobre uma filosofia reaccionária**. Lisboa: Edições Progresso - Editorial Avante!, 1982.

LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L. The rivers in our tears: chemistry, literature and philosophy in the short story “Best Is Water” by Primo Levi. **Foundations of Chemistry**, p. 1-22, 2025.

LIMA, L. C.; MASSI, L. Gênero e ciências da natureza: o feminismo marxista e a história de Irène Joliot-Curie. **Germinal: marxismo e educação em debate**, v. 15, n. 3, p. 317-333, 2023.

LIMA, M. M.; SILVA, J. L. D. P. B. Orbital Atômico: Conceitos, ontologia e ensino. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 1-33, 2020.

LLORED, J. P. Practical Realism and the Philosophy of Science and Technology. **Acta Baltica Historiae et Philosophiae Scientiarum**, v. 12, n. 1, p. 72-99, 2024.

LOMBARDI, O.; LABARCA, M. The Ontological Autonomy of the chemical world. **Foundations of Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 125–148, 2005.

LÖWY, M. **As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento**. Tradução de Juarez Guimarães, Suzanne Felice Léwy. São Paulo: Busca Vida, 1987.

LUKÁCS, G. **Introdução a uma estética marxista**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. São Paulo: Boitempo, 2012.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo: Boitempo, 2013.

LUKÁCS, G. **Prolegômenos e para a ontologia do ser social**. v. 13. Maceió: Coletivo Veredas, 2018

MANAFU, A. Internal realism and the problem of ontological autonomy: a critical note on Lombardi and Labarca. **Foundations of Chemistry**, v. 15, n. 2, p. 225–228, 2013.

MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais-aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da informação**, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 71, p.223-239, 2018.

MARTINS, R., REZENDE, A. C. A consciência filosófica na pedagogia histórico-crítica: entrevista com Dermeval Saviani. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 20, p. 1-24, 2020.

MARX K. Anexo: Teses sobre Feuerbach. In. MARX, K; ENGELS, F. **A Ideologia Alemã**. São Paulo: Martins Fontes, 2001, p. 99 -103.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política**. 2. ed. Tradução de Florestan Fernandes. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MARX, K. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política. Boitempo editorial, 2015.

MARX, K. **O capital**. v. 1, tomo 1. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

MASSI, L. *et al.* Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 212–255, 2019.

MATTHEWS, M. S. História, filosofia e ensino de ciências: A tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MESSEDER NETO, H. S. O ensino da química na pedagogia histórico-crítica: considerações sobre conteúdo e forma para pensarmos o trabalho pedagógico concreto. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 271-293, 2022.

MESSEDER NETO, H. S. Pedagogia Histórico-Crítica e o ensino da Química. In: GALVÃO, A. C. *et al.* (org.). **Pedagogia histórico-crítica**: 40 anos de luta por escola e democracia. Campinas: Autores Associados, 2021, v. 2, p. 143-160.

METS, A. A philosophical critique of the distinction of representational and pragmatic measurements on the example of the periodic system of chemical elements. **Foundations of Science**, v. 24, n. 1, p. 73–93, 2019.

MILLER, R. M. The irreducibility of chemistry to Everettian quantum mechanics. **Foundations of Chemistry**, p. 1-12, 2025.

MOCELLIN, R. C. Natureza, técnica e materiais: um estilo químico-materialista de raciocínio e a preservação ambiental. In: Becker, E.; Becker, M. A.; Matos, S. M. S. (org.). **Técnica, Natureza e ética socioambiental**. São Paulo: República do Livro, 2019, p. 53-73.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic reviews**, v. 4, p. 1-9, 2015.

MÜÜRSEPP, P. Chemistry as a practical science: Edward Caldin revisited. **Foundations of Chemistry**, v. 18, n. 2, p. 113–123, jul. 2016.

- MÜÜRSEPP, P. *et al.* Chemistry as the basic science. **Foundations of Chemistry**, v. 23, n. 1, p. 69–83, abr. 2021.
- MÜÜRSEPP, P. *et al.* From the Dual Character of Chemistry to Practical Realism and Back Again: Philosophy of Science of Rein Vihalemm. **Problemos**, v. 96, p. 107–120, 2019.
- NIEDERSEN, U. Chemie heute. Bemerkungen zur Klassifikation der Naturwissenschaften. **Deutsche Zeitschrift für Philosophie Berlin**, v. 31, n. 3, p. 363–373, 1983.
- NYE, M. J. Michael Polanyi: Science as Personal Knowledge and Social Practice. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 56, n. 13, p. 3426–3433, 2017.
- OCHIAI, H. Functional realism suggested from the actualization of affordances. **Foundations of Chemistry**, v. 26, n. 3, p. 399–411, 2024.
- OCHIAI, H. Understanding molecular structure requires constructive realism. **Foundations of Chemistry**, v. 22, n. 3, p. 457–465, 2020.
- OLIVEIRA, D. A. B. D.; GOMES, V. B. Uma crítica ao reducionismo filosófico da química à mecânica quântica como elemento fundamental para a formação de professor. **Ciência & Educação**, v. 27, e21074, p. 1-14, 2021.
- OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, p. 1072-1082, 2009.
- OLDRINI, G. Em busca das raízes da ontologia (marxista) de Lukács. In: LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo: Boitempo, 2013, p. 9-37.
- PANETH, F. A. The epistemological status of the chemical concept of element. **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 13, n. 50, p. 144-160, 1962.
- PEPIN, F. **Les matérialismes et la chimie**. Perspectives philosophiques, historiques et scientifiques. Paris: Editions Matériologiques, 2012.
- PIRES, D. R. G.; DE SANTANA, T. S. S.; RIBEIRO, M. A. P. Fisicalismo redutivo no ensino de química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 7, p. 1-18, 2023.
- PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.
- PSILLOS, S. **Scientific realism**: How science tracks truth. Routledge, 1999.
- PUTNAM, H. **Reason, Truth and History**. Cambridge & New York: Cambridge University Press, 1981.
- RECUERO, R. **Introdução à análise de redes sociais online**. Salvador: EDUFBA, 2017.
- RIBEIRO, M. A. P. A emergência da filosofia da química como campo disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 215-236, 2016.
- RIBEIRO, M. A. P. Filosofia da Química como um fundamento teórico da Educação Química. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 1-27, 2024.
- RIBEIRO, M. A. P. **Integração da Filosofia da Química no Currículo de Formação Inicial de Professores**: contributos para uma Filosofia do Ensino. 2014. 391p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Lisboa, Lisboa. 2014.
- RIBEIRO, M. A. P. Panorama histórico da relação entre filosofia e química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 1, n. 2, p. 1-21, 2017.
- ROMERO, G. E.; PÉREZ-JARA, J.; CAMPRUBÍ, L. **Contemporary Materialism: Its Ontology and Epistemology**. Springer Nature, 2022.

ROSA, J. M. **A apropriação dos princípios fundamentais da teoria da evolução e os alcances abstrativos na concepção de mundo**. Tese (Doutorado em Educação Escolar), Universidade Estadual Paulista, UNESP, Araraquara, 2018.

RUTHENBERG, K. Paneth, Kant, and the philosophy of chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 11, n. 2, p. 79–91, 2009.

SANTOS, V. F. D.; NETO, H. S. M. O que queremos ensinar é mesmo clássico?: Veredas para pensar a seleção de conteúdos na pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 23, p. 1-22, 2023

SARDI, G. C.. Realismo de entidades, teorização e experimentação: uma resenha de Representar e Intervir de Ian Hacking. **Lampião-Revista de Filosofia**, v. 3, n. 1, p. 218-228, 2022.

SAVIANI, D. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

SAVIANI, D. DUARTE, N. A formação humana na perspectiva histórico-ontológica. *In*: SAVIANI, D; DUARTE, N. (Org.) **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar**. Campinas: Autores Associados, 2012.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. 18. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 32 ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, D. O conceito dialético de mediação na pedagogia histórico-crítica em intermediação com a psicologia histórico-cultural. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 7, n. 1, p. 26-43, 2015.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: quadragésimo ano: novas aproximações**. Campinas: Autores Associados, 2019.

SCERRI, E. Constructivism, Relativism, and Chemical Education. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 988, n. 1, p. 359-369, 2003a.

SCERRI, E. R. Philosophical confusion in chemical education research. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 468-474, 2003b.

SCERRI, E. **The periodic table: its story and its significance**. New York, NY. Oxford University Press, 2019.

SCHUMMER, J. Bibliographie chemiephilosophischer Literatur der DDR. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 2, p. 3-11, 1996.

SCHUMMER, J. Philosophy of chemistry. *In*: ALLHOFF, F. (Org.). **Philosophies of the sciences: A guide**, Blackwell Publishing, 2010. p. 163-183.

SCHUMMER, J. The Methodological Pluralism of Chemistry and Its Philosophical Implications. *In*: SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (Org.). **Philosophy of Chemistry..** Dordrecht: Springer Netherlands, 2015, p. 57-72.

SCHUMMER, J. The philosophy of chemistry: from infancy towards maturity. *In*: BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (Org.). **Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline**. Netherlands: Springer, 2006, p. 19-39.

- SCHUMMER, J. The Preference of Models over Laws of Nature. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.22, n.1, 2014, p. 87-101.
- SECK, C. Metaphysics within Chemical Physics: The Case of Ab Initio Molecular Dynamics. **Journal for General Philosophy of Science**, v. 43, n. 2, p. 361-375, dez. 2012.
- SHARLOW, M. F. Chemical elements and the problem of universals. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 225-242, 2006.
- SILVA, L. B. *et al.* A filosofia da ciência e a filosofia da química: uma perspectiva contemporânea. **Revista Ideação**, 2018, p. 392-423.
- SUKUMAR, N. Ontological status of time in chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 22, n. 3, p. 353–361, 2020.
- SUKUMAR, N. The atom in a molecule as a mereological construct in chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 15, n. 3, p. 303-309, 2013.
- TALANQUER, V.; POLLARD, J. Let's teach how we think instead of what we know. **Chemical Education Research and Practice**, v.11, p.74-83, 2010.
- TONTINI, A. Developmental aspects of contemporary chemistry. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 5, n. 1, p. 57-76, 1999.
- TONTINI, A. On the limits of chemical knowledge. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 10, n. 1, p. 23-46, 2004.
- VALERO, R. *et al.* Análise marxista de elementos da concepção de ciência nos principais filósofos abordados na Educação em Ciências: aspectos ontológicos e epistemológicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 828-858, 2022.
- VAN BRAKEL, J. On the neglect of the philosophy of chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 1, n. 2, p. 111-174, 1999.
- VAN BRAKEL, J. **Philosophy of chemistry**: Between the manifest and the scientific image. Leuven: Leuven University Press, 2000.
- VAN ECK, N.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.
- VIHALEMM, R. Chemistry and the problem of pluralism in science: an analysis concerning philosophical and scientific disagreements. **Foundations of Chemistry**, v. 18, p. 91-102, 2015a.
- VIHALEMM, R. Natural Kinds, Explanation, and Essentialism in Chemistry. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 988, n. 1, p. 59–70, 2003.
- VIHALEMM, R. Philosophy of chemistry against standard scientific realism and anti-realism. *Philosophia Scientiae*. **Travaux d'histoire et de philosophie des sciences**, n. 19, p. 99-113, 2015b.
- VIHALEMM, R. Philosophy of chemistry and the image of science. **Foundations of science**, v. 12, p. 223-234, 2007.
- VIHALEMM, R. The autonomy of chemistry: old and new problems. **Foundations of Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 97-107, 2011.
- VIHALEMM, R. Theoretical Philosophy and Philosophy of Science in Soviet Times: Some Remarks on the Example of Estonia, 1960-1990. **Studia Philosophica Estonica**, v. 8, n. 2, p. 195-227, 2013.

VIHALEMM, R. Towards a practical realist philosophy of science. **Baltic Journal of European Studies**, v. 1, n. 1, p. 46-60, 2011.

VILLANI, A.; DIAS, V. S.; VALADARES, J. M. The Development of Science Education Research in Brazil and Contributions from the History and Philosophy of Science. **International Journal of Science Education**. v. 32, n. 7, p. 907-937, p. 908-937, 2009.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2017.

WOOLLEY, R. G. Must a molecule have a shape?. **Journal of the American Chemical Society**, v. 100, n. 4, p. 1073-1078, 1978.

WORRALL, J. Structural realism: The best of both worlds?. **dialectica**, v. 43, n. 1-2, p. 99-124, 1989.

ZAMBRANO-GONZÁLEZ, N. A. Interfaces entre Filosofia da Química e Educação Química: diálogos inadiáveis para a educação contemporânea. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2024.

ZEIDLER, P. The epistemological status of theoretical models of molecular structure. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 6, p. 17-34, 2000.

ZEIDLER, P.; SOBCZYŃSKA, D. The idea of realism in the new experimentalism and the problem of the existence of theoretical entities in chemistry. **Foundations of Science**, v. 1, n. 4, p. 517-535, dez. 1995.

ZEIDLER, Paweł. Is it Possible to Observe Orbitals? On the Problems of Observability and Reality of Theoretical Entities. **Filozofia Nauki**, v. 18, n. 4, p. 5-22, 2010.