

<https://doi.org/10.56117/ReSBEEnQ.2024.v5.e052424>

Filosofia da Química como um Fundamento Teórico da Educação Química

Philosophy of Chemistry as a Theoretical Foundation for Chemical Education

La Filosofía de la Química como Fundamento Teórico de la Educación Química

Marcos Antonio Pinto Ribeiro (marcos.ribeiro@uesb.edu.br)
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
<https://orcid.org/0000-0002-0968-2103>

Resumo

A inclusão da Filosofia da Química, campo disciplinar emergente nos anos 1990, como item de avaliação no Enade pelo Inep, consolida o reconhecimento da importância que esta área possui para a Educação Química brasileira. Logo, é um tempo necessário para pensar contribuições deste marco epistemológico para o sistema pedagógico da Química, nomeadamente a Formação, Didática, Currículo e a Pesquisa. Para tal, explicitamos o debate da Filosofia da Química e aproximamos com a literatura em Educação Química para identificar problemas e questões genuínas da *práxis* Química. O conceito de *Práxis* é retirado das construções teóricas de Habermas e sua teoria dos interesses humanos básicos, que possibilitam pensar o interesse técnico, prático e emancipatório e suas adaptações ao currículo. No cruzamento das literaturas identificaram-se paradoxos, conflitos teóricos, falsos problemas, descrevendo um quadro de tensões e antinomias inscrita na *práxis* Química e ainda buscando descrever padrões didáticos da química inscrita na transmissão da própria História e Filosofia da Química. Um objetivo subjacente e condutor da pesquisa é encontrar novas perspectivas e visões sobre a *práxis* química e, por fim, uma construção de uma agenda renovada para a Educação Química. Finaliza por propor a formação de dois campos disciplinares novos, a Sociologia da Química e Filosofia da Educação Química, como necessários para fazer frente aos desafios de integrar uma dimensão crítica e emancipatória à formação Química e uma agenda renovada para a Educação Química inspirada por sua inscrição filosófica.

Palavras-chave: Filosofia da Química. Filosofia do Ensino da Química. Fundamentos da Química.



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

Abstract

The inclusion of the Philosophy of Chemistry, an emerging disciplinary field in the 1990s, as an assessment item in Enade by Inep, consolidates the recognition of the importance that this area has for Brazilian Chemical Education. Therefore, it is a necessary time to think about the contributions of this epistemological framework to the Pedagogical system of Chemistry, namely Training, Didactics, Curriculum and Research. To this end, we explain the debate on the Philosophy of Chemistry and approach it with the literature on Chemical Education to identify genuine problems and questions in Chemical praxis. The concept of Praxis is taken from the theoretical constructions of Habermas and his theory of basic human interests that make it possible to think about technical, practical and emancipatory interests and their adaptations to the curriculum. In the intersection of the literatures, paradoxes, theoretical conflicts, false problems were identified, a framework of tensions and antinomies inscribed in Chemical praxis was described, and it also seeks to describe didactic patterns of chemistry inscribed in the transmission of the History and Philosophy of Chemistry itself. An underlying and guiding objective of the research is to find new perspectives and visions on chemical praxis and ultimately to construct a renewed agenda for Chemical Education. It ends by proposing the formation of two new disciplinary fields, the Sociology of Chemistry and the Philosophy of Chemical Education, as necessary to face the challenges of integrating a critical and emancipatory dimension into Chemical education and a renewed agenda for Chemical Education inspired by its philosophical inscription.

Keywords: Philosophy of Chemistry. Philosophy of Chemistry Teaching. Chemical Foundations.

Resumen

La inclusión de Filosofía de la Química, campo disciplinar emergente en la década de 1990, como ítem de evaluación en el Enade por el Inep, consolida el reconocimiento de la importancia que esa área tiene para la Educación Química brasileña. Por lo tanto, es necesario pensar en los aportes de este marco epistemológico al sistema pedagógico de la Química, es decir, a la Formación, la Didáctica, el Currículo y la Investigación. Para ello, explicamos el debate sobre la Filosofía de la Química y lo abordamos con la literatura en Educación Química para identificar problemas y cuestiones genuinas en la praxis Química. El concepto de Praxis se toma de las construcciones teóricas de Habermas y su teoría de los intereses humanos básicos que permiten pensar en los intereses técnicos, prácticos y emancipadores y sus adaptaciones al currículum. En el cruce de literaturas se identificaron paradojas, conflictos teóricos, falsos problemas, se describe un cuadro de tensiones y antinomias inscritas en la praxis de la Química y también se busca describir patrones didácticos de la química inscritos en la transmisión de la propia Historia y Filosofía de la Química. Un objetivo subyacente e impulsor de la investigación es

encontrar nuevas perspectivas y visiones sobre la praxis química y, en última instancia, la construcción de una agenda renovada para la Educación Química. Finaliza proponiendo la formación de dos nuevos campos disciplinarios, la Sociología de la Química y la Filosofía de la Educación Química, necesarios para afrontar los desafíos de integrar una dimensión crítica y emancipadora en la formación de la Química y una agenda renovada para la Educación Química inspirada en su inscripción filosófica.

Palabras clave: Filosofía de la Química. Filosofía de la Enseñanza de la Química. Fundamentos químicos.

Introdução

Nos últimos anos, os conteúdos de ensino para formação de professores e ensino médio têm sido um tema de debate intenso e pouco consensual. Vide, para isso, a resolução nº 2, DE 1º de julho de 2015, revogada pela CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 e, mais recentemente, a CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024, que problematizam diretrizes curriculares para formação de professores. O Ensino médio, por sua vez, tem sido fruto de debates ainda maiores (Freitas et al, 2024).

Apesar de os cursos superiores de Química no Brasil seguirem as diretrizes do CNE (Brasil, 2002), em 2024 ocorreu a inclusão de conteúdos da Filosofia da Química no ENADE pelo INEP¹, o que significa um importante marco legal para este campo disciplinar emergente na década de 1990 (Ribeiro, 2014). Nestes 30 anos de existência e como um fundamento importante da Educação Química, quais inferências analíticas podem-se fazer sobre a *práxis* da pesquisa e do ensino de Química, nomeadamente o currículo, a formação e a própria agenda da Educação Química? Para responder tal questão, iremos explicitar o debate da Filosofia da Química, sua agenda, principais problemas e nas inter-relações com a literatura em Educação Química, defenderemos a Filosofia da Química como um importante fundamento teórico para uma Filosofia da Educação Química.

Busca-se encontrar problemas genuínos que possam pensar a agenda da Educação Química sob outro olhar e por sua filosofia própria. Para tanto, como metodologia, recorre-se à identificação de paradoxos, ambiguidades, conflitos teóricos, falsos problemas, antinomias e tensões inscritas na *práxis* química. Quanto a Literatura em Educação Química, além da já analisada em Ribeiro (2014), acrescida de investigações

¹ Até o momento, as orientações curriculares para esses cursos seguem o Parecer CNE/CES 1303/2001.

subsequentes em seu grupo de pesquisa², foi consultado o banco de teses e dissertações da Capes com os temas específicos mais recentes e relativos aos problemas que emergiram ao longo da análise explicitados pela Filosofia da Química. Esses constructos teóricos foram interpretados a partir de variados aportes teóricos da Filosofia, Sociologia, da Teoria do Currículo e Formação de Professores (Habermas, 1982; Deleuze, 1999; Whitehead, 1967; Khun, 1966; Bachelard, 2009, Tanner & Tanner, 1995; Marcelo, 1999; Bernstein, 1990; Tyler, 1974; Bourdieu, 2004), entre outros.

Neste trabalho, pensamos o termo sistema pedagógico como as dimensões de formação, currículo e didática, ou ainda a elementos constituintes da concepção, transmissão e aplicação do discurso pedagógico, como defende Bernstein (1990), bem como autores que problematizam o currículo (Tyler, 1974; Tanner & Tanner, 1995). Na concepção do discurso pedagógico incluem-se as fontes do currículo oriundas do conhecimento disciplinar, dos especialistas na disciplina, do campo internacional, da Economia, da sociedade e do conhecimento dos estudantes. Estes elementos, segundo Tyler (1974) e Tanner & Tanner (1995), devem ser escrutinados pela Filosofia.

Na transmissão do discurso pedagógico (Bernstein, 1990), incluem-se a organização do sistema institucional e do marco legal. O nível de aplicação refere-se à dimensão de implementação do currículo. Neste trabalho, nos referiremos a este sistema de produção do discurso pedagógico sem fazer referência a uma dimensão específico, mas buscando as interrelações possíveis de serem feitas problematizações e correlações entre os fundamentos discutidos pela Filosofia da Química e a literatura em Educação Química.

O currículo desenvolve-se por respostas à sociedade, ao conhecimento ou a uma teoria da aprendizagem. Logo, é parte intrínseca do currículo, uma Epistemologia, Sociologia do conhecimento e uma Filosofia com carácter regulativo de decisões e escolhas (Tanner; Tanner, 1995). O currículo está situado na dimensão prática e, portanto, envolto por critérios de seletividade, portanto, mesmo que de forma tácita, opera com pressupostos filosóficos (epistemológicos, ontológicos, estéticos, éticos). A falta da filosofia como integradora do currículo tende a tornar as seleções um produto de decisões *ad hoc*, uma combinação entre práticas tradicionais e experiências imediatas, espontâneas, delimitando-a à função de transmissão de informações, fatos e concepções

² Retirado o nome para evitar identificação.

tácitas (Tanner; Tanner, 1995, p. 238). Logo, a Filosofia (Geral, Ciência, Química) é imprescindível. Mesmo que tácita, ela se encontra no discurso pedagógico, ou sistema pedagógico, como aqui referirei.

Neste trabalho, tomamos como ponto de discussão sobre o currículo de Química o trabalho desenvolvido por Van Berkel (2005). Defende o autor que a Educação Química, praticamente em todo o mundo, tem características de uma Ciência Normal³ (Van Berkel, 1999), possui uma estrutura dominante e imune a reformas curriculares. Defende o autor, que mesmo após propostas⁴ lançadas em todo o mundo (Pilot; Bulet, 2006), o currículo de formação inicial⁵ (Licenciatura e Bacharel) continua fundado em uma imagem de ciência reduzida e num cientificismo positivista, o qual é rígido internamente e isolado externamente (Van Berkel, 2005; Van Aalsvoort, 2004).

Essa foi a conclusão do projeto CSSC (*Conceptual Structure of School Chemistry*) (Van Berkel, 2005), que buscou identificar se havia uma estrutura comum no ensino de química em diferentes países, identificando suas origens, estrutura e maneiras para modificá-la. (Chamizo, 2007; Van Berkel et al., 2000; Van Berkel, 2005). Interessa ao nosso trabalho descortinar elementos desta estrutura comum e não trabalhados na literatura em Educação Química pesquisada (Ribeiro, 2014).

O termo fundamento, aqui, tem um significado amplo. Pode ser fundamento científico, filosófico e pedagógico. Há convergência ou divergência entre os objetivos científicos e pedagógicos da Química? Há modelos de currículos e aprendizagem diferentes para formação de professores e pesquisadores? Estes problemas subjazem ao nosso debate e são urgentes de serem discutidos na agenda da Educação Química. Lógico, espera-se que a Filosofia da Química discuta os fundamentos filosóficos da Química, necessário, claro, tanto para o ensino como para a pesquisa. Referente aos fundamentos pedagógicos, o conhecimento do conteúdo e, portanto, os fundamentos químicos, tem sido cada dia mais reiterado como fundamentais a uma pedagogia da substância (Shulman, 1986, 2005) e maturidade profissional de professores (Marcelo, 1999). A ausência do conhecimento do conteúdo, das estruturas substantivas e sintáticas da disciplina e,

³ Ciência Normal no sentido Khuniano.

⁴ Ver por exemplo *The Royal Society of Chemistry: Annual Report 1991*. No mesmo espírito a *American Chemical Society* desenvolveu projetos como *ChemCom* e *Chemistry in Context* e a Alemanha desenvolveu *Chemie Im Kontext*

⁵ Esta diferença entre Licenciatura e Bacharel é mais claro em nível nacional.

portanto, dos fundamentos, tem dificultado, por exemplo, o conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 2005), principal saber dos especialistas no ensino e importante para a maturidade profissional de professores (Marcelo, 1999).

Por fim, a discussão se encaminha para a proposição de dois campos disciplinares⁶ necessários ao sistema pedagógico da Química (Bourdieu, 2004) discutindo uma agenda de problemas e temas centrais da Sociologia da Química. Ao longo do texto, propõe-se uma estrutura mínima de agenda da Filosofia da Educação Química. Em campos disciplinares mais maduros como a Matemática, encontra-se bem problematizado a Filosofia da Educação Matemática (Miguel, 2005). Na Química, um marco importante foi a publicação de um número especial da revista *Science & Education* em 2012. No Brasil, no ENEQ de 2012, foi proposto o debate sobre a filosofia do ensino de química (Ribeiro, 2014). Este novo campo terá de dar respostas aos fundamentos, finalidades, fontes, modos e abordagens de ensino de Química. Ao longo do texto serão feitas inferências.

Paradoxos e ambiguidades da práxis química

Apesar da centralidade, principalmente para a estruturação das sociedades capitalistas, sendo a mais produtiva entre as ciências, a Química é marginal na discussão de fundamentos conceituais e princípios filosóficos (Van Brakel, 1997, 1999; Schummer, 1999; Balaban & Klein, 2006). Não se interessar por filosofia passou a ser uma característica dos Químicos (Schummer, 1998). A Química inventa, cria seu fenômeno, seu objeto e é, ao mesmo tempo, o reino dos realistas (Bachelard, 1976). No século XX, a Química centrou-se em questões metodológicas e marginalizou problematizações sobre seus fundamentos, tornando problemática sua posição no conjunto dos saberes (Bensaude-Vincent, 1994).

Esse paradoxo revela a imagem de ciência privilegiada desde os pré-socráticos e o nível de operacionalismo da Química, principalmente no século XX (Jacob, 2001),

⁶ Um campo relativamente estável e delimitado, portanto, relativamente fácil de identificar. Tem um nome reconhecido escolar e socialmente (ou seja, que está presente nomeadamente nas classificações das bibliotecas), está inscrita em instituições, laboratórios, departamentos universitários, revistas, instâncias nacionais e internacionais (congressos), processos de certificação de competências, sistemas de distribuição de prêmios. A disciplina é definida pela posse de um capital coletivo de métodos e conceitos especializados cujo domínio constitui o requisito de admissão tácito ou implícito do campo. Produz um transcendental histórico, o hábito disciplinar como sistema de esquemas de percepção e apreciação (a disciplina incorporada age como censura. (Bourdieu, 2004, p.36),

reduzindo a dimensão reflexiva, sua esfera pública (Hoffmann, 2007) e a pouca problematização dos fundamentos, sejam eles matemáticos, éticos, estéticos, políticos ou epistemológicos. A Química opera muito e pensa pouco.

Podemos pensar esta afirmação de diversos ângulos, um primeiro, como afirma o Químico Frances Claude Louis Berthollet (1748-1822): “A química pensa com as mãos” (Ribeiro, 2014). Mais recentemente, Kovac (2002) tem defendido sistematicamente que a razão prática da Química é tão importante quanto a razão teórica, ou seja, a Química parece apontar para dimensões de pensamento ainda não decodificadas. De fato, tanto químicos quanto filósofos não tiveram a Química como objeto de reflexão e o problema do negligenciamento da Química como campo de reflexão foi o segundo problema mais estudado pela Filosofia da Química. De outro ponto de vista, a própria ciência perdeu sua reflexividade ante a racionalidade instrumental hegemônica no século XX (Habermas, 1982). As raízes pragmáticas e tecnológicas e o caráter de ciência real e impura da Química serviram pouco como modelo de reflexão filosófica no século XX. De fato, a Física foi a ciência modelo, assim, Hoffmann (2007) se pergunta: *What Might Philosophy of Science Look like If Chemists Built It?*⁷ Respostas a essa pergunta estão por serem problematizadas e parecem ser centrais à Educação Química.

Como consequência do negligenciamento filosófico da Química e da identidade disciplinar, importante fundamento do currículo, além de não refletida, é transmitida tacitamente (Santos, 2024). Na Filosofia da Química, tem-se investigado características da práxis química como o sistema de classificação (Ribeiro, 2014, Santana, 2022); a fenomenotecnia (Ribeiro, 2014) ou tecnoquímica (Chamizo, 2013), ou seja, a relação ontológica entre instrumento e especiação química; o conhecimento tácito (Polanyi, 1966, 1958) e o campo rico em heurísticas (Formosinho, 1987, 2008); A processualidade do conhecimento Químico (Stein, 2004); ou ainda a característica diagramática da linguagem química (Ribeiro, 2014; Gois, 2012). Excetuando o estudo sobre representação e a linguagem semiótica da Química, as demais caracterizações apontadas acima estão ausentes da agenda da Educação Química.

Ribeiro (2014) defende que a Filosofia da Química sustenta o pluralismo e pragmatismo como filosofias mais adequadas ao seu dinamismo epistemológico. A

⁷ Este autor tem problematizado esta pergunta e encontrado algumas hipóteses: a Química é uma ciência mais democrática, lida com a falibilidade e a convivência com a pluralidade de valores, representações e linguagens.

Química também está inscrita em outros registros filosóficos regionais, como: filosofia da classificação; dos instrumentos (Baird, 1999); de processos (Stein, 2004); pensamento heurístico (Formosinho, 2008); semiótica (Seibert, 2001). Para cada registro filosófico, há um registro pedagógico correspondente. Excetuando a semiótica Química (Gois, 2012), os demais registros não estão integrados a Educação Química.

Uma das consequências dessa imagem de ciência é o reducionismo fisicalista, que expõe o sistema pedagógico da Química a outro paradoxo: ser uma ciência indutiva, abduativa, mas pensada e fundamentada em explicações fisicalistas de carácter dedutivo. Ao analisar o fisicalismo reduutivo, Pires (2021) defende a hegemonia no sistema pedagógico, mas tratado como ideologia. Ou seja, organiza ações pedagógicas sem filtros críticos. Pires (2021), Van Berkel (2005) e Van Aalsvoort (2004) identificam evidências do fisicalismo na forma organizacional do currículo, em grande parte oculto; priorização do pensamento físico/matemático que ratifica uma lógica dedutivista, priorizando a linguagem teórica com foco na explicação científica em detrimento da linguagem observacional. Van Berkel (2005) sustenta que a Educação Química é um exemplo de Ciência Normal (Khun, 1967), fundamentada no treino de problemas fechados e ainda identifica a existência de uma estrutura curricular dominante, pautada pelo fisicalismo reduutivo e imune às reformas curriculares.

Do ponto de vista epistemológico, Schummer (1998, 1999) e, mais propriamente, Bachelard (2009) descrevem a química como a ciência da matéria, caracterizada por materialismo ordenado e materialismo erudito inscrito em um paradoxo: unidade que se ordena pela complexidade. O estudo das propriedades materiais sempre produz uma comunidade complexa que se diversifica e se complexifica necessitando de um princípio de coordenação. Segundo Bachelard (2009), este movimento é feito por um pensamento tácito.

Este paradoxo remete à dinâmica do próprio crescimento da química e pode ser evidenciado pelo sistema de classificação químico, onipresente na prática química e surpreendentemente pouco investigado no ensino e na pesquisa. Encontramos em Lima & Silva (2021), Nascimento (2019) e Santana (2024) os poucos exemplos de pesquisa sobre este tema. Nascimento (2019) problematiza a Filosofia da Classificação no ensino que necessita do esclarecimento de critérios classificatórios dependentes do sistema ontológico, da linguagem e da estrutura conceitual, bem como dos fundamentos teóricos.

O sistema de classificação é definido por critérios e princípios e representam grandes domínios da investigação em Química, bem como são organizados por fundamentos teóricos. No caso da Química, o sistema classificatório tem reafirmado o pluralismo e pragmatismo como princípios filosóficos que poderiam reorganizar o sistema pedagógico da Química e uma Filosofia da Educação Química.

Santana (2024) aprofunda este estudo e analisa como o sistema de classificação foi negligenciado no contexto filosófico do século XX, que privilegiava a Física como exemplo de Ciência; as classificações são ensinadas como conteúdo conceitual e não procedimental; o sistema pedagógico prioriza a tabela periódica da IUPAC e não as mais de 1000 proposições de tabelas feitas até então⁸.

Santana (2024) e Ribeiro (2014) defendem que as classificações são um domínio fundamental da práxis química ao estruturar o seu sistema cognitivo; ao ser elemento fundamental em episódios históricos como a criação da IUPAC; no congresso de Karlsruhe e na constituição da tabela periódica. A identificação e problematização dos critérios classificatórios deve propiciar uma compreensão e uma perspectiva profunda da química. Bachelard (2009) sintetiza esse movimento fundamental da Química nas categorias de Comunidade e Coordenação. Ribeiro (2014) tem proposto um currículo fundado neste movimento básico da produção do conhecimento químico.

Esses problemas estão ausentes da agenda da Educação Química. Por exemplo, o estudo sobre conceitos ocupa o segundo lugar na agenda de investigação, entretanto, nestes trabalhos não há problematizações da Ontologia Química e o Sistema de Classificação. Ensina-se a classificação e não a classificar. Para o sistema pedagógico, classificação é um substantivo, e não um verbo. Já na literatura em Filosofia da Química, existe uma ampla agenda de problemas sobre ontologia: tipos naturais; a relação entre substância e processos; a relação com a tabela periódica e periodicidade; interdependência entre especiação química e a instrumentação e a característica relacional e contextual dos entes químicos (Ribeiro, 2014).

⁸Ver em: https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php

Conflitos teóricos e falsos problemas da Educação Química

Outra função da Filosofia é identificar conflitos, incoerências teóricas ocultas nos discursos, bem como falsos problemas. Defende Deleuze (1999, p. 36) que “a verdadeira liberdade está em um poder de decisão, de constituição dos próprios problemas: esse poder, semidivino, implica tanto no esvaecimento de falsos problemas quanto o surgimento criador de verdadeiros.” Nossa hipótese de trabalho é que a agenda da Educação Química é atravessada por falsos problemas, e assim sendo, faz a comunidade investir tempo e energia em uma questão mal colocada ou mesmo inexistente. A identificação destes falsos problemas é própria de ciências como a filosofia que, segundo Habermas (1982), trabalha com o interesse emancipatório.

Um dos conflitos teóricos identificados é que na Educação Química há uma negação do interesse técnico, interesse este, legítimo, próprio e intrínseco da química. Ou seja, o ensino da Química não enfatiza a realização do objetivo científico dela. Existe assim, inscrito neste conflito, uma divergência entre o objetivo científico e pedagógico da química. Segundo Habermas (1982), o interesse técnico foca no controle, poder e trabalho. O objetivo da Educação Química, entretanto, tem sido consensuado como a superação da racionalidade técnica (Moradillo, 2010).

Uma consequência deste conflito verifica-se na contradição eminente mostrada nos relatórios da Abiquim (2023). O déficit da Balança comercial Brasileira, apesar de ser a sexta maior indústria do mundo, que era no ano de 1991 de US\$ 1,5 Bilhões, cresceu para US\$ 64,8 Bilhões em 2022. E o déficit é maior na área de insumos básicos, justamente onde o PIB brasileiro é mais forte. Ou seja, produzimos alimentos, mas para tal, importa-se fertilizantes, inseticidas, maquinária e outros.

Neste período, após 1990, foi crescente o investimento e a consolidação da pesquisa em nível de pós-graduação, tanto na Química como no ensino. Os dados sugerem que as pesquisas do ensino e da Química não têm priorizado fazer uma química necessária ao país. Em investigação sobre a natureza da pesquisa química, Santiago (2020) identifica nos programas de pós-graduação no estado da Bahia, que as pesquisas iniciam por uma justificativa de natureza aplicada e finalizam com características de ciência pura, ou seja, foca na explicação. A investigação tem pouco integrado os modos contemporâneos de produção de conhecimento, tem focado no Modo 1 (Gibbons et al., 1994) de conhecimento, ou seja, na explicação científica e pouco na resolução de problemas, bem

como integrado poucos atores no processo além dos próprios pesquisadores e o financiamento do estado. Falta uma maior interação de outras agências como a indústria e o mercado. Este tema tem sido pobremente investigado na Educação Química (Santiago, 2020).

Ou seja, propostas curriculares e didáticas da química têm sido feitas tendo por pressuposto e superação da racionalidade técnica, objetivo primário da química como Ciência empírica. Logo, e aqui é nossa defesa teórica, encontrar um currículo que compatibilize o interesse genuíno da química a um interesse emancipatório é essencial na química. Ribeiro (2014) estrutura uma possibilidade de um currículo eclético com características de acadêmico e crítico ao mesmo tempo. Também em Ribeiro (2021) é problematizado uma didática com inspiração na História e Filosofia da Química.

Um segundo dilema teórico é que, no Brasil, prevalece a busca de um currículo emancipatório sem atenção à Filosofia, que realiza, segundo Habermas (1982), o interesse emancipatório, ou seja, a crítica e reflexão aos obstáculos que impedem a ação livre. Pesquisas tipo estado da arte do Ensino de Química tem reafirmado que as referências teóricas são majoritariamente da Psicologia, Sociologia e da Pedagogia, com escassa atenção para a Filosofia, e às Metaciências (Filosofia, História e Sociologia da Ciência) (Jesus, 2023). E mesmo as metaciências integradas são de natureza positivista ou ligadas à História da Filosofia da Ciência que tematizam a Física como ciência modelo. Correntes contemporâneas como a modelo-teórica estão ausentes, bem como a Filosofia da Química e os autores clássicos da Filosofia não estão integrados à Educação Química (Ribeiro et al, 2014).

Isto é, o interesse emancipatório não é atendido e, portanto, o objetivo da Educação Química que nega o interesse técnico, como visto no primeiro conflito, que foca na emancipação, não a realiza ao não integrar a Filosofia (Habermas, 1982). Suspeitamos que isso dificulta a verticalização de análise e problemas verdadeiros e fundamentais, bem como gera uma inautenticidade do sistema Pedagógico da Química e, assim como a pesquisa em Química, a pesquisa no ensino de Química cai em um operacionalismo irrefletido, ou um reprodutivismo sem efetividade.

Outro conflito teórico identificado por Ribeiro (2014) é que o currículo tem orientação acadêmica, ou seja, tem como fonte principal do currículo (Tyler, 1974) os

saberes sábios, os consensos científicos, mas sem problematização da especificidade disciplinar.

O campo da Filosofia da Química já problematizou muitas especificidades, algumas já vista neste trabalho acima, entre outras podemos acrescentar que se tem defendido que a Química é mais relacionada ao conceito de modelo que a de teoria (Schummer, 2008); já Caldin (1961) problematiza que as leis químicas são peculiares, não têm o sentido de universalidade que na Física e funcionam mais no sentido de regras para a ação do que como leis gerais para explicação. Já Kovac (2002, 2006) indica que a química se caracteriza por uma razão prática e que ética é o coração da química. Que a razão histórica e o pensamento ideográfico estão presentes no campo da química (Lamza, 2010) fazendo inclusive Earley (2004, 2012) propor uma nova forma de pensar a Educação Química por uma visão dinâmica, sintética e processual de natureza, integrando as noções de narrativas integradoras dos diversos conceitos, contextos, modelos e teorias da química, ou seja, uma visão sintética (Whitehead, 1967). Os conceitos químicos ganham sentido em sua narrativa e seus contextos, não são essenciais.

Por último, enquanto o currículo escrito⁹ vincula-se à dimensão gnosiológica, o currículo real prioriza a dimensão praxeologia e axiológica. Ética, por exemplo, é tema de preocupação prática de professores, sendo ausente em ementas de disciplinas (Ribeiro, 2014). Na História da Química, a dimensão praxiológica e axiológica foi determinante no crescimento disciplinar, evidenciados, por exemplo, na constituição da Química Orgânica e as relações entre Universidade e Indústria na Alemanha e na constituição da Físico-Química (Bensaud-Vincent e Stengers, 1992). Em texto de 1899, Duhem (2002) relata como dois campos tão distintos, a Física e a Química, juntam-se formando um único campo disciplinar e descreve inúmeros problemas do campo profissional em sua época. Ou seja, a dimensão axiológica, como defende Kovac (2002), é o coração da Química. Frequentemente, termos como Economia, Setor Produtivo e indústria, soam estranhos

⁹ O currículo escrito, formal, prescrito refere-se aquele estabelecido e institucionalizado pelo sistema de ensino pelas diretrizes institucionais e, portanto, fruto de várias intencionalidades relativas a conteúdos, métodos e objetivos. Já o currículo real acontece dentro da sala de aula com professor e aluno constituído pela prática do ensino do professor e aprendido pelos alunos. (Tanner & Tanner, 1995)

aos discentes. O currículo retira os elementos axiológicos e praxiológicos e transmite os conteúdos de forma nomotética.

A relação entre Ética e Química é um tema com discussão já bem adiantada na Filosofia da Química, tendo 4 editoriais da revista *Hyle*. Nestes artigos, Kovac (2002) defende que, ao estudar a profissão do químico, é possível compreender a própria essência da química. A relação epistemologia e ética é o “coração da química”. Del Re (2001) defende que a discussão da ética em química deve clarificar as escolhas de investigação e os riscos associados às pesquisas e que essa discussão deve seguir os três valores expressos por Platão: verdade, justiça e bem.

Schummer (1999) traça uma análise sistemática da ética nas sínteses químicas, principal atividade durante os últimos 200 anos (Schummer, 1997). As sínteses químicas, entretanto, geram produtos reais que mudam o mundo material e têm, necessariamente, implicações éticas e de responsabilidade moral dos químicos, bem como mostra outro paradoxo: o avanço do conhecimento químico gera mais desconhecimento que conhecimento. Isso porque a cada nova substância criada amplia-se o desconhecimento sobre ela. Apenas de uma pequena parte das substâncias criadas conhece-se as interrelações entre as demais.

Outro tema relacionado a ética é o perfeccionismo dos químicos. A atividade dos químicos relaciona-se a própria superação de Deus, primeiramente emula-se, copia-se a natureza e depois ela é superada, criando-se uma própria noção de natureza Química (Schummer, 2008). Isto é feito como um fim em si mesmo, ou seja, sem objetivos explícitos e, portanto, sem regulação ética e moral. Ou seja, a comunidade de Químicos, a ciência mais interventiva, trabalha sem objetivos explícitos, motor principal de uma atividade pedagógica. Uma forma de superar isso pode ser feito pelo instrumento abaixo descrito.

Tensões e antinomias essenciais da Química

Tensões e/ou antinomias organizam um campo de experiência, uma narrativa e um discurso. Lévy-Leblond (2004) e Hoffmann (2007) utilizam-na na organização de sua escrita. Schummer (2008) explicita no título a tensão matéria/forma e Needham (2010) Continuidade/descontinuidade. No campo da Filosofia, são famosas as antinomias kantianas. Embora as tensões possam ser pensadas livremente, no terreno prático, da

ação (ensino, investigação, currículo), são tomadas, implícita ou explicitamente decisões e escolhas na forma de solução destas. Ribeiro (2014) identifica, após análise da literatura em Filosofia da Química, as seguintes tensões – no quadro abaixo. Na segunda coluna, descreve a máxima teórica intrínseca a esta tensão. Ribeiro (2014) identifica as seguintes tensões do quadro abaixo.

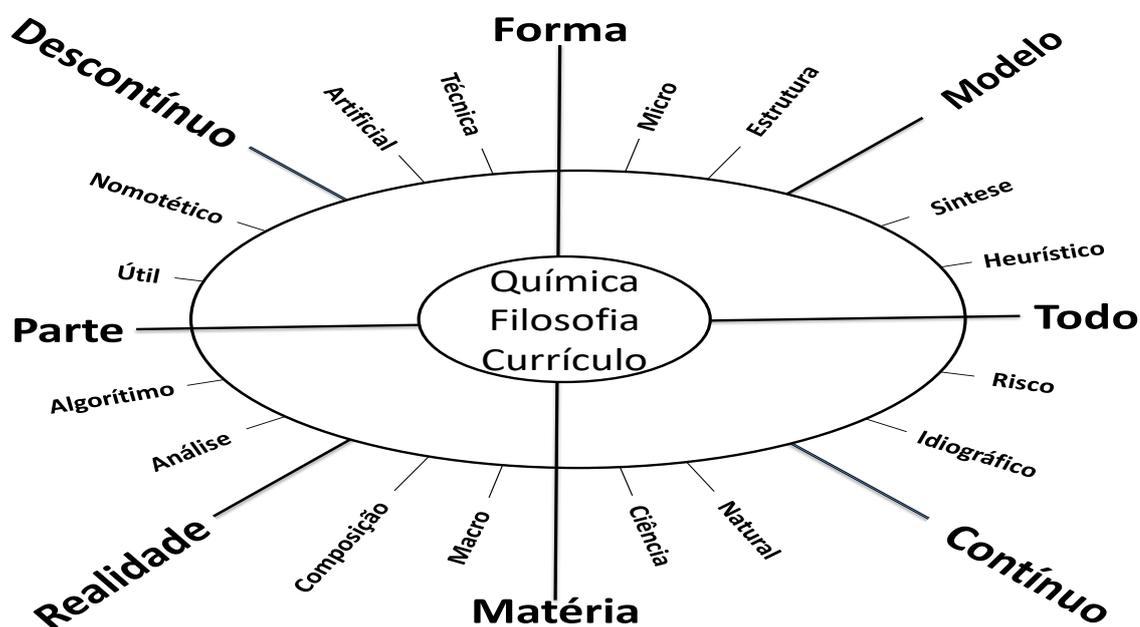
Quadro 1 – Tensões/antinomias da Química

Tensões	Descritores
Substância/Processos	Tensão básica da química
Micro/Macro	Necessidade da transição e modelização
Estático/Dinâmico	Ciência dos processos
Parte/todo	Mereologia: Gramática da química
Modelo /Realidade	Supremacia da representação
Qualitativo/Quantitativo	Uso de aproximações
Estrutura/Composição	Dois paradigmas em química
Indutivo/Dedução	Uso da abdução
Análise/Síntese	Dois paradigmas em química
Intervenção/representação	Tecnociência
Explicação/Ação	Ciência real
Natureza/artefacto	Noção própria de natureza
Academia/Indústria	Pós-industrial e Acadêmica
Ciência/Técnica	Tecnociência
Criar/Descobrir	Ciência criativa
Útil/Risco	Neutralidade axiológica das sínteses
Real/Ideal	Ciência real
Artificial/Natural	Ciência do artificial
Nomotética/Ideográfica	Ciência histórica
Descrição/Normatividade	Um misto
Monismo/pluralismo	Pluralismo constitutivo

Fonte: Ribeiro (2014)

A partir dessas tensões, Ribeiro (2014) constrói o seguinte diagrama que pode ser utilizado para uma compreensão integradora da Química.

Figura 1 - Diagrama de tensões/antinomias da química



Fonte: Ribeiro, 2014

Na seção seguinte, iremos discutir a antinomia matéria/forma e a relação da Química com a Matemática como forma de exemplo do uso do diagrama, bem como da inserção da abordagem sintética (Earley, 2004). Outras análises podem ser feitas, como, por exemplo, a relação entre risco/útil e a dimensão axiológica da Química, a relação parte/todo e a mereologia como a gramática do discurso da química (Harré & Llored, 2010).

Matéria/Forma: a relação difícil entre Matemática e Química

A tensão Matéria/Forma está no âmago de problematizações teóricas em Química (Schummer, 2008), bem como do seu sistema pedagógico. Ela é a base da organização e estrutura curricular a partir do século XX, principalmente com o desenvolvimento da Química Teórica. No campo pedagógico, a matematização é um dos grandes problemas do ensino, sendo um dos motivos de evasão curricular.

A relação entre o saber Químico e o Matemático é transversal a História da Química. A Matemática é a ciência da forma, a Química a ciência da matéria. A tensão entre

forma e matéria tem sido estruturadora da filosofia da matéria. A teoria dos quatro elementos e o atomismo são as primeiras teorias da matéria entre os pré-socráticos. No século XVI, novas teorizações foram produzidas no âmbito da revolução científica, focada principalmente na matematização da natureza. Paralela a essa, a tradição experimentalista também se desenvolveu (Khun, 1967).

A partir do século XIX, principalmente com a constituição da Química Orgânica e a Físico-Química, a relação entre Física, Matemática e Química ganha força. Com a descrição física do átomo e a constituição da Química Teórica, consolidada a partir de 1920, a agenda Matemática entrou na formação e no currículo da Química, tendo centralidade na descrição e explicação dos fundamentos Químicos. A partir de 1950, a Física e a Matemática, principalmente com o conceito de espectro, constituem a chamada segunda revolução química, produzida na organização dos principais instrumentos utilizados nos laboratórios químicos.

Paradoxalmente, apesar da centralidade ontológica, epistemológica e metodológica da Matemática, o sistema pedagógico tem pouco solucionado os problemas advindos desta relação. Em investigação sobre o pensamento matemático na química, Castro (2015), ao pesquisar 50 doutores no Brasil, afirma que a matemática que está presente no currículo é uma (Cálculo Infinitesimal, Geometria); a que a fronteira da química exige é outra (Teoria dos Nós, Análise de Furie, Topologia, etc) e a Matemática que é utilizada pelos professores é outra (Matemática Básica, Estatística).

Como já analisado acima, predomina na relação Física/Química/Matemática o fisicalismo redutivo como uma abordagem filosófica (Scerri, 2007). Isso tem suscitado debates significativos (Ribeiro, 2014; Van Aalsvoort, 2004; Van Berkel, 2005). Van Berkel (2005) defende que existe uma estrutura dominante no currículo de química em nível internacional, caracterizado por um fisicalismo e estruturado a partir da Química teórica e resistente as diversas mudanças curriculares. Van Aalsvoort (2004) defende que, ao priorizar a linguagem teórica e dicotomizar com a linguagem observacional, a abordagem fisicalista conduz aos estudantes a um desinteresse e desmotivação.

A partir dos anos 1920, o coração da química foi determinado pela agenda da matemática e da física. A partir de então, formar em química passou a ser antes pensar fisicamente para depois pensar quimicamente. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, na compreensão das grandes ideias e dos fundamentos teóricos da Química (Ligação,

estrutura, valência, espectro, partícula etc.), que são elencados pelos fundamentos da física (Knight, 1992). Filósofos da Química têm evidenciado outros fundamentos teóricos como as noções de relações, contextos, narrativas e processos (Bernal & Daza, 2010). Outra evidência é a estrutura dedutiva do currículo e do ensino, ou seja, inicia da teoria, do geral, e aplica-se a casos particulares, o oposto à natureza indutiva da prática química e fundado em uma epistemologia do aprender fazendo (Bensaud-Vincent, 2009) e da razão prática (Kovac, 2002).

Crítérios de seleção curricular

Uma teoria do ensino depende de critérios racionais de seletividade (Izquierdo-Aymerich, 2005). Nascimento (2013) afirma que esta seleção é feita de forma implícita e tácita. Chamizo (2007) tem afirmado a presença do currículo oculto e da tradição, ou seja, o currículo transmite a História da Química; Talanquer (2010) descreve o ensino de Química como “agazapada”¹⁰. A partir do instrumento apresentado acima, Ribeiro (2014) defende que é possível cartografar, pelo cruzamento das literaturas, seleções essenciais do currículo e sintetizar grandes eixos de escrutínio do currículo de como é feita a seleção curricular, bem como inferir e propor novas formas de seleções curriculares.

Ribeiro (2014) sintetiza as seguintes seleções curriculares: Dedutivismo da Educação Química ante a historicidade e contextualidade defendida pela Filosofia da Química; Endogenia e produtivismo ante a integração de valores explícitos e à ética; Tecnicismo irrefletido ante a caracterização tecnocientífica e interdisciplinar da identidade disciplinar, como demonstrado pelos filósofos da química.

Ao mesmo tempo que é possível recolocar novos problemas na agenda da Educação Química, por exemplo: inserir o pluralismo químico (ontológico, axiológico, metodológico); inserir uma mereologia especial não aditiva na química; inserir uma rede de relações interconectadas entre substâncias e processos; inserir o pensamento diagramático-semiótica; inserir o realismo processual; explicitar a razão abdutiva e criativa da química; explicitar o carácter de intervenção da química; problematizar a relação ciência/indústria; explicitar o carácter tecnocientífico da química e as relações entre ciência, técnica e profissão; introduzir heurística na química; explicitar as relações

¹⁰ Agazapada significa escondida, ou oculta. Uma química transmitida de forma implícita.

com a arte; inserir a interdisciplinaridade da investigação química; inserir a ética e a responsabilidade moral; problematizar a química como uma ciência do artificial; superação do realismo ingênuo; superação da supremacia da visão micro e combinar uma visão Top Down e Bottom Up.

Sistemas didáticos e Curriculares autênticos da práxis Química

Filósofos da Química tem defendido a centralidade do contexto de aplicação e descoberta, bem como o contexto de Educação para o crescimento da Química. A Química nasceu para ser ensinada (Izquierdo-Aimerich, 2005). Como visto acima, a Educação Química é fundada no contexto da justificativa. Quais sistemas didáticos podem ser inspirados pela sua história e filosofia? A literatura é ausente nesta problemática. Ribeiro (2021) tem defendido alguns padrões. Um primeiro é instanciado por Antonie Lavoisier (1743-1794), ao estabilizar o sistema linguístico e a nomenclatura química e a propor a noção de substância pura como um critério para classificação e organização do conhecimento químico. A química tornou-se a linguagem das coisas.

Ao fundamentar a química na noção de substância elementar, e esta, como fruto da fenomenotecnia química, Lavoisier racionalizou um modo de pensar, bem como um modo de ensino da química. Este padrão didático foi atualizado com Dimitri Mendeleev (1834-1907) e explicita ainda mais a importância da ontologia, da lógica, do sistema conceitual e da sistematização química. Recentemente, Laszlo (2012) tem centrado nesta análise, defendendo a identidade da química como uma arte combinatória, como um sistema linguístico e o ensino de química como linguagem. Construir boas sentenças químicas e desenvolver a inferência da transição e abdução seriam competências importantes no ensino e aprendizagem Química.

Outro momento histórico importante na didática química está em Justus Von Liebig (1803-1873) e a escola de formação de químicos, que introduziu a pesquisa e o laboratório. Este tema foi trabalhado por Michael Polanyi (1891-1976), que defende a noção de conhecimento tácito; a importância da imersão e socialização, do papel da descoberta e das heurísticas; vivência em laboratório; da transmissão mestre-aluno; da aprendizagem pelo contato e do habitar o instrumento (Polanyi, 1966). Este padrão tem sido pouco compreendido e apropriado na didática da Química.

Outro momento histórico que explicitou um padrão didático está instanciado no contexto da Alemanha no século XIX e vincula-se a importância da relação da Universidade, Indústria e Mercado (Bensaud-Vicent & Stengers, 1992). A Química orgânica foi desenvolvida nesta relação, focando na intervenção e pluralismo axiológico inscrito nas interface entre Indústria, Mercado, Economia, Ciência, Técnica e Profissão. Estas temáticas têm sido pouco exploradas de forma explícita na Educação Química.

No século XX, temos a influência da física e da matemática e o legado do reducionismo fisicalista e ainda hegemônico no sistema pedagógico da Química. Atualmente, identificamos a influência da Informática e Biologia, e da Química Computacional, que torna o Laboratório *in vitro* e a simulação computacional uma realidade cada vez mais forte na prática Química, tornando-se, assim, uma dimensão que, pensamos, irá influenciar o futuro da Didática da Química. Bruce King (2000) ainda defende que a tricotomia teórico/experimental/computacional, no lugar do tradicional teórico/experimental deve estruturar a organização do conhecimento químico na atualidade.

A Didática da Química tem privilegiado, mesmo que tácitamente, alguns destes padrões e negligenciado outros, bem como tem integrado propostas teóricas alheias ao seu desenvolvimento histórico. Por exemplo, não tem considerado a centralidade da pesquisa, dos métodos ativos, da socialização, do papel da descoberta, das heurísticas, da relação com a indústria e o mercado e tem focado, influenciado por uma visão fisicalista, numa lógica dedutivista e cognitivista.

No campo do currículo, temos proposto um novo currículo intitulado comunidade em coordenação, tomados a partir de Bachelard (2009), como um modo genuíno de pensar o currículo de Química. Comunidade refere-se à atividade prática, tácita, à filosofia do experimento e no instrumento, do pensamento heurístico, da filosofia da ação, da relação com o instrumento. A noção de Coordenação refere-se ao sistema de racionalidade química, ao sistema de signos, do sistema de classificação, da linguagem representacional. Consideramos que este sistema, as noções de comunidade e coordenação, pode organizar os diálogos com os outros campos teóricos necessários.

Sociologia e Filosofia da Educação Química como novos campos disciplinares

Como ficou explícito durante esta discussão a dimensão axiológica é fundamental para a Química e, portanto, para o ensino (Kovac, 2002; Izquierdo-Aymerich, 2005; Ribeiro, 2020). A integração dessa temática na formação inicial apresenta dificuldades e há pouca investigação. Quais seriam os conteúdos mínimos deste debate? Faremos breves incursões.

Ribeiro (2014) aponta algumas dificuldades de inserção da crítica no currículo e, assim, a realização do objetivo principal dos educadores químicos no Brasil, construir um currículo emancipatório. Inicialmente, o próprio conflito entre humanidades e cultura científica na teoria curricular tem gerado uma filosofia tácita e intuitiva da comunidade. Além destes, identificam-se outros elementos específicos, como endogenia, produtivismo, conhecimento escolar isolado e com grandes discensos e um campo marcado por ideologias. Também características próprias da Química, ainda pouco analisadas e integradas no currículo, são obstáculos a integração da crítica. Características como o pluralismo implícito da prática química; grafia própria, dinamismo, linguagem do inobservável; Imagem da química como ciência central, útil e positiva; Diversidade de subculturas da Química; Explosão do conhecimento químico e a necessidade de síntese e integração curricular. Além dos fatores acima, outro elemento importante é investigar sobre a natureza da cultura química: como se caracteriza o fazer químico, instituições, fins e objetivos da química e a relação química e natureza. Qual o potencial humanizador da Química?

Estes problemas ainda não foram suficientemente analisadas na Educação Química. Em nossas análises e experiências didáticas sugerimos três grandes domínios para o fazer químico, primeiramente a Análise, depois a Síntese e, posteriormente, a Simulação. Esses três grandes domínios poderiam organizar o currículo e a formação em Química. Sobre o potencial humanizador, filósofos da Química têm evidenciado a diagramaticidade do pensamento químico; o carácter não dogmático e a convivência com o pluralismo, pragmatismo, o não dogmatismo e o falibilismo seriam, segundo Hoffmann (2007a), apropriações mais democráticas para o exercício cidadão.

Também as relações entre Química, Ciência, Técnica e Profissão são pouco definidas no currículo e na formação em Química. O currículo, de acordo com Chamizo (2007), transmite a Química como ciência, mas como ato de fé. Além da própria

conceituação de técnica, ciência e profissão, outros temas foram debatidos: determinismo tecnológico, tecnociência e a Big Science; Química x setor produtivo; Indústria química; Química e o Capitalismo; principais indústrias químicas; geografia da produção do conhecimento químico; relações centro/periferia na produção do conhecimento.

Outro conteúdo mínimo é sobre a dimensão axiológica e praxiológica, ética e valores na química. Bem como também é necessário problematizar o pluralismo de contextos: justificação, aplicação, educação e descoberta. Bem como interfaces com outros saberes e identidade disciplinar da química. Apesar da interface da Física e da Matemática esta inserida no currículo, ela é pouco problematizada. Outras interfaces com a Biologia, a química computacional ainda são pouco integradas. Interfaces com a Economia, o sistema produtivo, a indústria, o capital, são relações ainda conflituosas.

A natureza da Investigação química está ausente da agenda da Educação Química, e, como vimos acima, ela é essencial. Temas como: modos contemporâneos de produção de conhecimento; propriedade intelectual; patentes; transferência de tecnologia e inovação.

Ribeiro (2014) indentifica algumas ideologias presentes no campo da Química como: desenvolvimentismo, reducionismo e perfeccionismo tecnológico. O reducionismo fisicalista já foi tratado acima (Pires, 2021). O perfeccionismo é compreendido como um dos objetivos da química, mesmo que implícito, que é de aperfeiçoar e criar uma própria concepção de natureza (Schummer, 2008). O desenvolvimentismo defende a utilidade da Química ante a falta de problematização de responsabilidade social e ética.

Por último, um conteúdo mínimo é investigar as relações entre Química, Política Geopolítica e Nacionalismos. A ciência ocidental, fruto da revolução científica do século XVII, a que esta integrado às nossas instituições e moldaram a vida ocidental nestes últimos 300 anos, é fruto de uma combinação do industrialismo, do capitalismo e do estado-nação. Como dizia Humbolt (1997), a realização máxima da ciência é a realização dos interesses do estado-nação. Ou seja, não tem como dissociar os interesses científicos do capital e do Estado. A realização da ciência se dá na trama do exercício da trama internacional da balança de poder. Em análise da base de dados da Química Nova, principal portal de comunicação da comunidade química, estas questões ainda não são colocadas.

Considerações finais

Na busca de um olhar genuíno sobre o sistema pedagógico da química, o texto identificou paradoxos, conflitos teóricos e tensões fundamentais que foram usadas para pensar uma agenda da Educação Química a partir da Filosofia da Química. Identificou-se no texto que estes paradoxos são resultados da imagem de ciência privilegiada até então e alheia à especificidade epistemológica da química. Isso faz com a Química que se ensina seja distante da Química que se pratica e faz o sistema pedagógico da química transmitir tacitamente as especificidades disciplinares. Uma alternativa aqui proposta é introduzir os conceitos de Comunidade e Coordenação, a partir de Bachelard (2009), como um modo genuíno de pensar o currículo de Química. Outra é inserir na agenda da Educação Química a investigação sobre as especificidades da Química e fundar nestas o sistema pedagógico.

O texto também identifica falsos problemas e conflitos teóricos que fazem com que as ações e objetivos pedagógicos divirjam dos objetivos científicos. Aprofunda que o interesse emancipatório tem sido objetivo da Educação Química, sem, contudo, integrar a Filosofia e a especificidade epistemológica da Química. Analisa fatores que dificultam a integração da crítica no currículo. Os falsos problemas aqui identificados têm marginalizado problemas fundamentais e canalizado energia em temas que não garantem o exercício eficiente do fazer químico. Neste artigo, identificou-se uma série de problemas genuínos, como: a relação entre ciência, técnica e profissão; química, indústria e mercado; química, capital e internacionalismo; fundamentos químicos como relações, processos e contextos; identidade disciplinar como ciência tecnocientífica; características do fazer química, como analisar, sintetizar e simular; sistema axiológico da química e padrões didáticos fundados na práxis química.

Foi visto também um instrumento diagramático formado a partir das tensões e antinomias químicas, cartografadas da Filosofia da Química, que pode ser utilizado para pensar a química, o currículo e a formação. Como foi visto, em uma análise da antinomia Matéria/Forma, que se consubstancia na relação Matemática/Química, tem gerado mais problemas do que soluções. Tem sido responsável pela grande evasão curricular, nuclear nas formulações curriculares e, ao mesmo tempo, marginal na agenda da educação química.

Identificou-se que a agenda da Educação Química tem sido construída a partir de orientações teóricas da Psicologia, Sociologia e da Pedagógica e pouco da Filosofia, e menos ainda de sua própria Filosofia, logo alheia a sua especificidade epistemológica, o que lhe confere inautenticidade. O texto discorreu sobre uma gama variada de temas que pode inserir um perspectivismo químico. Salientou-se o pluralismo, o pragmatismo e filosofias regionais como filosofia das classificações; dos instrumentos; do experimento; de processos e semiótica.

Agradecimentos

Agradeço aos integrantes do grupo de estudo e pesquisa Investigações em Filosofia, Química e Currículo, bem como ao programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores por propiciar um ambiente rico de discussões. Agradeço também, *in memoriam*, ao professor Nelson Rui Ribas Bejarano, um dos pioneiros na Filosofia da Química no Brasil.

Referências

- Abiquim. (2023). O desempenho da Indústria Química Brasileira. Acesso in: <https://abiquim.org.br/publicacoes/publicacao/278>, 10/12/2024
- Bachelard, G. (1976). *Filosofia do Novo Espírito Científico*. Portugal: Presenca.
- Bachelard, G. (2009). *O Pluralismo Coerente da Química Moderna*. Contraponto.
- Baird, D. (1999). Encapsulating knowledge: the direct reading spectrometer. *Foundations of Chemistry*, New York, v.2, n.1, p.5-46.
- Balaban; Klein, D. J. (2006). Is chemistry the central science? How are different sciences related? *Scientometrics*, [S.l.], v.69, n.3, p.615-637.
- Bensaude-Vincent, B. La chimie: um statut tou jours problématique dans la classification du savoir. *Revue de synthèse*, 115(1), 135-148, 1994.
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1992). *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). The chemists style of thinking. *Ber.wissenschaftsgesch*, [S.l.], n.32, p.365-378.
- Bernal, A.; Daza, E. E. (2010). On the epistemological and ontological status of chemical relations. *HYLE*, Berlin, v.2, n.2.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: the structuring of pedagogic discourse*. London: Routledge. v.4.

- Bourdieu, P. (2004). *Para uma sociologia da ciência*. Lisboa, Edições 70.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 8, de 26 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 13, 26 mar. 2002c. Disponível em: <https://shre.ink/1spY>. Acesso em: 17 dezembro de 2024.
- Brasil. Resolução n. 2, de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.
- Brasil. Resolução n. 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).
- Brasil. Resolução Nº 4, DE 29 DE MAIO DE 2024. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.
- Bruce king, R. (2000). The Role of Mathematics in the Experimental / Theoretical / Computational Trichotomy of Chemistry. *Foundations of Chemistry*. New York, v.2, p.221-236.
- Caldin, E. F. (1959). Theories and the development of Chemistry. *The British Journal for the Philosophy of Science*, [S.l], v.10, p.209-222.
- Castro, J. (2013). *O pensamento matemático na pesquisa e no ensino de química*. (Trabalho de Conclusão de Curso) - UESB, Jequié.
- Chamizo, J. A. (2007). El curriculum oculto en la enseñanza de la química. In: JACOB, Bachelard, C.; E., Scerri (eds.). *La esencia de la química*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chamizo, J. A. (2013). Technochemistry. One of the Chemists Way of Knowing. *Foundations of Chemistry*, vol. 15, no. 2, pp. 157-170.
- Del Re, G. (2001). Ethics and Science. *HYLE*, Berlin, v.7, n.2, p.85-102.
- Deleuze, Gilles. (1999). Bergsonismo. Tr. Luiz Orlandi. São Paulo: Ed. 34.
- Duhem, P. (2002). *Mixture and chemical combination, and related essays*. Dordrecht: Kluwer.
- Earley, J. (2004). Would introductory chemistry courses work better with a new philosophical basis? *Foundations of Chemistry*. New York, v.6, p.137-160.
- Earley, J. (2012). A New Idea of Nature for Chemical Education. *Science & Education*, New York, online first, 29 jul.
- Formosinho, S. (1987). Uma perspectiva heurística para o ensino da química. *Rev. Port. Quim.* [S.l], v.29, p.161-183.
- Formosinho, S. (2008). A importância do conhecimento tácito em química: um tributo a Alberto Romão Dias. *Bol. Soc. Port. Quim*, Lisboa, v.108, p.15-24.

- Freitas, N. C.; Romeu, M. C.; B. M. C. S. Análise crítica das reformas curriculares do Ensino Médio: implicações para o ensino de Ciências da Natureza. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 40, e94740, 2024
- Gibbons, M et al. (1994). *The new production of knowledge—the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Gois, J. (2012). *A significação de representações química e a filosofia de Wittgenstein*. (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Habermas, I. (1982). *Conhecimento e interesse*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Harré, R.; Llored, J. (2010). Mereologies as the grammars of chemical discourses. *Foundations of Chemistry*. New York.
- Hoffmann, R. (2007). *O mesmo e o não-mesmo*. São Paulo: Unesp.
- Hoffmann, R. (2007a). What Might Philosophy of Science Look like If Chemists Built It? *Synthese*, New York, v.155, n.3, p. 321-336.
- Humboldt, W. v. (1997). *Sobre a organização interna e externa das instituições científicas superiores em Berlim*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1997
- Izquierdo, M., & Aduriz-Bravo, A. (2005). La enseñanza de los componentes prácticos y axiológicos de los conceptos químicos. In M. T. Cabre & C. Bach (Eds.), *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat* (pp. 325–345). Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada (UPF)/Documenta Universitária.
- Jacob, C. (2001). Analysis and Synthesis, interdependent operation in chemical language and practice. *HYLE*, Berlin, v.7, n.1.
- Jesus, A. M. P. A (2023). Inserção do Ensino de Química na Área Brasileira de Educação em Ciências: Considerações Baseadas em um Perfil Métrico (1996-2018). *Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 31-62, maio. 2023.
- Khun, T. (1996). *The structure of scientific revolutions*. 3. ed. Chicago.
- Knight, D. (1992). *Ideas in chemistry*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press,
- Kovac, J. (2002). Theoretical and practical reasoning in chemistry. *Foundations of Chemistry*. New York, v. 4, p. 63-171.
- Kovac, J. (2006). Professional ethics in physical science. In: BAIRD, E. Scerri; MCINTYRE, L., (eds.). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, v. 242, Dordrecht: Springer, p.157-169.
- Lamza, L. (2010). How much history can chemistry take? *Hyle*, Berlin, v.16, n.2, p.104-120.
- Lima, C. M. C. F.; Silva, J. L. P. B. (2021). Classificação das Substâncias Químicas: um conceito pouco explorado no ensino químico. *Educação, Química Nova*, v. 44, ed. 4, p. 484-492.
- Marcelo, C. G. (1999). *Formação de professores: Para uma mudança educativa*. Lisboa: Porto editora.
- Miguel, A. (2005). História, filosofia e sociologia da educação matemática na formação do professor: um programa de pesquisa. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 137-152.

- Moradillo, E. F. (2010). *A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica*. 2010. Tese de doutorado. Universidade Federal da Bahia.
- Nascimento, J. S (2019). *Filosofia da classificação no Ensino de Química*. Trabalho de conclusão de curso. UESB.
- Needham, P. (2010). Transient things and permanent stuff. *Australasian journal of philosophy*. [S.l], v.88, n1, p.147-166.
- Pilot, a.; Bulte, A. M. W. (2006). The use of –contexts|| as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, [S.l], v.28, n. 9, p.1087-1112.
- Pires, D. G. (2021). *O fisicalismo redutivo no sistema pedagógico da Química*. Dissertação de mestrado. UESB.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension* (first published Doubleday & Co, 1966. Reprinted Peter Smith, Gloucester, MA.
- Ribeiro, M. A. P. (2014) *Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma Filosofia do ensino*, 2014. Tese Doutorado – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.
- Ribeiro, M. A. P. (2021). Perspectivas não fisicalistas na didática da química. *Educació química*, (29), 28-32. 2021.
- Ribeiro, M.A.P; Bacelard, L. Bejarano, N. R.R (2014). Os clássicos da filosofia no contexto da química. *Encontro Nacional de Ensino de Química*.
- Santana, T. S. S. (2024). *O ensino do sistema de classificação da química*. Dissertação de mestrado. UESB.
- Santiago, M. A. S (2020). *Produção do conhecimento científico na contemporaneidade: Um estudo no campo disciplinar da Química na Bahia – UESB/UFBA*. Dissertação de mestrado. UESB.
- Santos L M. (2024). *A identidade disciplinar da Química nos cursos de Formação Superior*. Dissertação de mestrado. UESB.
- Scerri, E. (2007). Reduction and emergence in chemistry—two recent approaches. In *Proceedings of the philosophy of science association*.
- Schummer, J. (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *Hyle*, 4-1, 129–162.
- Schummer, J. (1999). Coping with the growth of chemical knowledge: Challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. *Educacion Quimica*, 10(2), 92–101.
- Schummer, J. 2008. Matter versus Form, and Beyond. in: *Stuff: The Nature of Chemical Substances*, Klaus Ruthenberg & Jaap van Brakel (eds.): Würzburg: Königshausen & Neumann, pp. 3-18.
-

- Seibert, C. (2001). Charley Peirce's head start in chemistry. *Foundations of Chemistry*, 3(3), 201–206.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, [S.l], v.15, n.2, p. 4-14.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Revista de Currículo y Formación del Profesorado*, [S.l], v.9, n.2, p.1-30.
- Sjostrom, J. (2006). Beyond classical chemistry: Subfields and metafields of the molecular sciences. *Chemistry International*, 28(September–October), 9–15.
- Stein, R. L. (2004). Towards a process philosophy of chemistry. *Hyle*, 10-1, 5–22.
- Talanquer, V. (2011). Química agazapada. In: J. A. Chamizo (Ed.) *História y Filosofía de la Química*. Ministério da Educação e Cultura (MEC). México: UNAM
- Tanner, D.; Tanner. (1995). *Curriculum development: Theory into practice*. New jersey: Englewood cliffs.
- Tyler, R. (1974). *Princípios básicos de currículo e ensino*. Porto Alegre: Globo.
- Van Aalsvoor, J. J. (2004). Logical positivism as a tool to analyze the problem of Chemistry 's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, Washigton, v.26, p.1151–1168.
- Van Berkel, B. (2005). *The structure of current school chemistry: A quest for conditions for escape*. Tekst. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Van Berkel, B. (2000). et al. Normal science education and its dangers: The case of school chemistry. *Science & Education*, New York, v.9, p.123–159.
- Van Brakel, J. (1997). Chemistry as the science of the transformation of substances. *Synthese*, 111(3), 253–282.
- Van Brakel, J. (1999). On the neglect of the philosophy of chemistry. *Foundations of Chemistry*, 1, 111–174.
- Van Brakel, J. (2000). *Philosophy of chemistry. Between the manifest and the scientific image*. Leuven: Leuven University Press.
- Whitehead, A. N. (1967). *The aims of education and olfher essays*. The Free Press (edição1929), 1967.

Submetido em: 20/08/2024

Aceito em: 05/12/2024

Publicado em: 30/12/2024

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ

Sociedade Brasileira
de Ensino de Química



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