Filosofia da química e currículo: conexões possíveis

Marcos Antonio Pinto Ribeiro
UESB - marcolimite@yahoo.com.br

Nelson Rui Ribas Bejarano
UFBA - nelsonbejarano@gmail.com

RESUMO: Este trabalho relaciona o currículo de química com a filosofia da química. As teorias sobre o currículo foram consolidadas principalmente no século XX e problematizam a produção, distribuição, fins, objetivos e princípios de seleção e organização do conhecimento transmitido entre gerações. Nesse trabalho, fazemos uma aproximação desses domínios ao contexto da química utilizando a filosofia da química como fonte e fundamento teórico. Para tanto, exploramos a literatura da filosofia da química a fim de propor estruturas de longa duração capazes de, ao tempo que se enraízam na especificidade disciplinar, sejam capazes de orientar práticas curriculares. A essa operação intelectual chamamos de perspectivismo químico.

PALAVRAS-CHAVES: Filosofia da Química, Currículo, Práxis Química

1 — Introdução

A interface entre o currículo, filosofia e química é caracterizada por relações surpreendentemente pouco investigadas no contexto da pesquisa em educação química, focada ainda em aspectos metodológicos importantes, mas insuficientes para uma compreensão mais aprofundada do sistema pedagógico da química (LOPES, 1997).

A teoria curricular tem problematizado, principalmente no século XX (SCHWAB, 1966; TANNER; TANNER, 1995), a forma de organização, produção, distribuição e apropriação do conhecimento entre as gerações. Estudos sistemáticos sobre o currículo tiveram início quando Spencer, em 1969, pergunta *what the knowledge is the most Worth?* Essa pergunta derivou uma série de outras. Quem decide e define o conhecimento? Quem controla?

Na década de 1950, os estudos sobre o currículo tiveram grande avanço com os trabalhos de Ralph Tyler (1949) sobre os objetivos e organização do currículo. Para Tyler,

> estudos sobre o aluno, estudos sobre a vida contemporânea e sugestões oferecidas pelos especialistas no conteúdo, bem como um relato de como os dados provenientes dessas três —fontes devem ser —depurados através dos —crivos filosófico e psicológico (KLIEBARD, 2011, p.23).

Logo, na definição de objetivos, métodos, conteúdos e avaliação, ou os critérios de organização, seletividade e unicidade do saber transmitido está implícita o escrutínio da Filosofia e Psicologia. Assim, todo currículo expressa uma filosofia, tácita ou explicita.

Uma forma bastante fértil de pensar as problemáticas do currículo é usar os aportes da teoria dos interesses humanos básicos de Habermas (1994). Segundo esse autor três interesses são intrínsecos ao homem. O interesse técnico, específico das ciências empírico-analíticas, fundamenta-se no controle dos processos. O interesse prático, natural das ciências hermenêuticas, caracteriza-se pelo sentido. E por fim, o interesse emancipatório, característicos das ciências críticas como a filosofia, fundamenta-se no poder, na dominação, autonomia e liberdade.

Shirley Grundy (1987) utilizando-se desse referencial, identifica três modos de funcionamento do currículo até então. O interesse técnico origina o currículo como produto, característicos dos currículos técnicos e acadêmicos. O interesse prático origina o currículo como prática, que prioriza o saber experiencial. O interesse emancipatório origina o currículo como práxis, de caráter crítico cujo objetivo é o empoderamento e autonomia. Um problema nosso agora é entender como essa problemática do currículo esta ressignificada no contexto da química.

2 — O currículo de Química

No contexto da química, temos defendido que o currículo tem sido construído pela tradição (RIBEIRO, 2014). Reflexo da separação entre as duas culturas e pelo insulamento da química no conjunto dos saberes, o currículo não explicita claramente princípios, modelos e modos de organização capazes de racionalizar o sistema pedagógico da química. Mesmo que muitas propostas tenham sido lançadas em todo o mundo (PILOT; BULTE, 2006), o currículo continua fundado em uma imagem de ciência reduzida e num cientificismo positivista, sendo rígido internamente e isolado externamente (VAN BERKEL, 2005; VAN BERKEL et al., 2000; VAN BERKEL; DE VOS, 1993; LOPES, 2006; VAN AALSVOORT, 2000, 2004).

Apesar de qualquer ciência se constituir de racionalismos setoriais, epistemologias regionais (RIBEIRO & COSTA PEREIRA, 2012) e ser necessário pensá-la em quadros analíticos apropriados para melhor ensinar, a filosofia da química tem mostrado que a química tem sido pensada como uma física aplicada, reduzida à física. Isso tem gerado um fosso epistemológico entre a química que se faz e a química que se ensina. O contexto da química é marcado por uma racionalidade operativa e pouco reflexiva[1] (VAN BRAKEL, 1999). O currículo não é orientado por uma estrutura explícita e específica no nível sintático (especificidade disciplinar), filosófico (reflexão sobre esta especificidade) e pedagógico (transmissão desta especificidade).

A química que é ensinada em todo o mundo implica uma posição filosófica caracterizada pelo positivismo filosófico e pedagógico (VAN BERKEL, 2000; ERDURAN, 2000, 2001; VAN AALSVOORT, 2004). É um currículo característico de uma ciência normal no sentido kuhniano: transmite o produto de uma ciência acabada, transmite algoritmos de forma dedutiva e problemas fechados. Contrariamente, filósofos da química tem mostrado a química como dinâmica, plural, heurística, interdisciplinar, histórica, contextualista, complexa e real, criativa, diagramática, relacional.

O debate curricular elenca alguns objetivos a serem atingidos no ensino de química: profes-

1 Good (2001) defende que a química ficou restrita no século XX apenas a abordagens metodológicas extremamente eficientes e pouco preocupa com a discussão de fundamentos. Bensaud-Vincent (2009) também defende que isso é próprio das ciências da matéria.

sor reflexivo, empoderamento dos professores, intelectual crítico, superação da racionalidade técnica, humanização da técnica, sustentabilidade, contribuição da química para a humanidade. A necessidade de um currículo crítico é reiterada. Em contrapartida, quando olhamos a literatura, documentos curriculares e falas de professores, existe muita dificuldade de inserção da crítica no currículo de química. Entre estas dificuldades podemos citar: historiografia positivista, produtivismo da investigação, endogenia da comunidade, filosofia tácita dos professores, currículo racionalista, disciplinar e fragmentado, foco da dimensão econômica e pouco na dimensão cognitiva, pouca relação da química com a filosofia e pluralismo da prática química (RIBEIRO, 2014).

O currículo foca numa racionalidade operativa e pouco em uma racionalidade reflexiva. Embora a história da química tenha conquistado o interesse de químicos e educadores químicos, a filosofia da química ainda não recebeu muita atenção (SCERRI, 1999, 2001). Há, assim, no contexto da química, uma necessidade do desenvolvimento de um currículo crítico, como práxis. Isso exige um forte empenho na competência reflexiva e papel acentuado as ciências críticas como a filosofia.

A integração da filosofia da química oferece, entretanto, algumas dificuldades. Em função da pouca distância temporal, do grande formalismo, da vastidão e complexidade dos conteúdos, a integração do debate da filosofia da química no contexto do ensino, ainda é muito pequena, tendo sido mais estabelecido recentemente após uma chamada da revista Science & Education no ano de 2010[2]. Como consequência, existem ainda poucos guias analíticos, o que dificulta a comparação e interlocução entre propostas. Há uma necessidade inicial de identificar, cartografar, propor campos de sentidos, estruturas subjacentes de interesse curricular que possam fundamentar e organizar os conteúdos do ensino de química, os saberes docentes e a profissionalização dos professores no sentido de propor ações pedagógicas e curriculares mais fundamentadas e coerente com a especificidade epistemológica da química.

Outra dificuldade intrínseca ao contexto científico e principalmente no contexto da química é que, quando olhamos para as pesquisas em educação química, estas nos oferecem pouca contribuição, pois a posição da química no conjunto dos saberes não foi problematizada. A educação química, em nível mundial, tem focado em otimizar formas de transmissão do conhecimento químico, mas este, em si, não é problematizado. Entendemos que isso pode ser consequência de dois fatores: primeiramente da grande cisão entre filosofia e ciência e, em segundo da hegemonia da Psicologia do contexto do ensino das ciências. Hoje quando lemos escritos sobre educação de alguns filósofos do princípio do século, como Bergson e Whitehead, ou mesmo de Químicos do século XIX e XX, identificamos a influência da filosofia. Hermann von Helmholtz, por exemplo, recebeu influência de Kant e Fichte para sua generalização dos princípios da termodinâmica. Lavoisier foi influenciado pela lógica de Condilac. Ludwig Boltzmann foi também filósofo. Pierre Duhem, Ostwald também receberam influências da filosofia. A química era pensada no contexto maior dos saberes.

Hoje, entretanto, não podemos deixar de ser tomado por certo saudosismo de grandes ques-

2 No ano de 2010 a revista Science & Education fez a primeira chamada de artigos relacionados à filosofia da química e ensino de química.

tões ou de problematizações filosóficas a partir da própria química. Vide, por exemplo, Ostwald que defendia o uso do conceito de energia até para entender a cultura. Por tudo isso, a investigação em educação científica tem descurado a dimensão inventiva, privilegiando, essencialmente, a repetição rigorosa do método. Vemos críticas à ciência escolar praticada na maioria dos países europeus, evidenciando o seu afastamento de uma verdadeira educação científica, incapaz de gerar cultura científica. Também o ensino experimental das ciências, fazendo a economia de aspectos fundamentais como a invenção e a imaginação, tem dificuldades de gerar cultura científica.

Nesse sentido, não podemos deixar de lamentar a influência quase exclusiva da Psicologia sobre os rumos do ensino e da investigação. Para Valente (1999), esta educação científica, psicologisada, realiza-se na anulação do "voo" inerente à ciência, apelando ao predomínio do útil, do comum, da vida de todos os dias. A maneira como as práticas científicas são apresentadas torna incompreensível, por exemplo, o que apaixona os cientistas.

A problemática acima nos leva a um paradoxo. O interesse legítimo da química é o interesse técnico, contudo, um dos objetivos da educação química é superá-lo. Há, assim, claramente um conflito teórico entre o interesse técnico e o emancipatório. Se por um lado há necessidade de um currículo Crítico, é necessário que este dialogue com o interesse técnico. Nossa proposta para solução desse conflito é criar um perspectivismo químico. Isso torna como objeto central da educação química encontrar perspectivas, orientações filosóficas e pedagógicas a partir da especificidade disciplinar da química.

Logo, um movimento de análise inicial é caracterizar a práxis química, buscando encontrar campos de problemas de longa duração, que possam, a partir daí, gerar perspectivas filosóficas e pedagógicas que clarifique eixos de uma filosofia do ensino da química. Iniciaremos por pensar a pluralidade de identidade da química, depois iremos cartografar estruturas de longa duração da história da química, depois usaremos as antinomias e tensões, presentes no contexto da química, para racionalizar as seleções curriculares. Por fim, iremos propor um quadro da filosofia do ensino da química.

3 — Pluralidade de identidade da química

Ao explorar a literatura da filosofia da química, uma ação inicial foi problematizar as várias identidades. O pluralismo de identidade já nos oferece um grande problema curricular e pedagógico pois, cada identidade prescreve diferentes orientações de ensino e organização curricular. Todas essas organizações estão presentes no currículo com maior ou menor nível de legitimidade, contudo sem racionalização.

Tabela 1 Caracterizações da química (RIBEIRO, 2014)

CARACTERIZAÇÃO	AUTORES
Arte combinatorial	Laszlo (1997, 2012); Tomasi (1999); Hoffman (1993)
Ciência central	Scerri (2000); Kemsley (2009); Tontini (1999); Rocke (1993); Sjöström (2007); Balaban et al., (2006)

Ciência criativa	Benfey (2000); Lefreve (2011); Laszlo (2000, 2012); Sjöström (2007); Tontini (1999); Hoffmann (1993, 2003, 2007)
Ciência classificatória	Bourdieu (2004); Scerri (2000, 2006, 2007); Soukup (2005, p. 804) Schummer, (1997, 2006); Kaya; Erduran (2012); Tontini, (1999); Lefreve (2011); Vihalemm (2007); Klein (2012)
Ciência diagramática	Goodwin (2008); Tontini (1999); Woody; Glymour (2000); Klein (2001); Seibert (2001)
Ciência das moléculas	Laszlo (2012); Del Re (1998); Kovac (2002); Schummer (1998); Cerruti (1998); Bensaude-Vincent (2009)
Ciência Real	Nordamann (2006); Tomasi (1999); Lefreve (2011)
Ciência das relações peculiares	(Soukup, 2005); Bernal; Daza (2010); Schummer (1997, 1997)
Ciência de serviço	Tomasi (1999)
Ciência útil	Tomasi (1999); Morris (2006); Tomasi (1999); Lefreve (2011)
Das substâncias e dos processos	Jacob (2001); Lefreve (2011); Van Brakel (1997, 2006); Schummer (1997a, b, c, 1998); Laszlo (2012); Wiberg (2004); Tontini (1999); Psarros (1998); Stein (2004)
Análise e síntese	Laszlo (2012); Lefreve (2011); Chamizo (2009);
Dual, interventiva e história natural	Vihalemm (2007), Lefreve (2011); Laszlo (2012); Bensaude-Vincent (2009)

Fonte: elaboração própria baseada nos artigos da revista Hyle e Foundations of Chemistry

A pluralidade de identidades acima explicitada origina uma pluralidade de modos de ensino. Por exemplo, a química orgânica usa, implicitamente, a noção de química como arte combinatória. A química como ciência classificatória, só não é tão intensamente utilizada, implicitamente, na físico-química. Química como ciência das relações peculiares não é usada explicitamente, mas se aceita que não são possíveis definições absolutas em química e o uso de tabelas é senso comum.

4 — Estrutura e organização curricular a partir dos domínios da práxis química

A partir de um avanço maior na análise temática da literatura produzida no campo emergente da filosofia da química, utilizando a proposta dos campos estruturantes da filosofia da ciência (ADURIZ-BRAVO, 2001), organizamos a seguinte tabela.

Tabela 2 Campos de problemas da química e implicações curriculares (RIBEIRO, 2014)

CAMPOS	IMPLICAÇÕES CURRICULARES	PROBLEMAS DA FILOSOFIA DA QUÍMICA *Principais tensões*
Correspondência e racionalidade Ciência relacional e processual	Discurso instrucional Seleção curricular Conceitos centrais Didática específica Identidade disciplinar Obstáculos epistemológicos e conceituais Ensino e aprendizagem	Essencialismo; microestruturalismo; ontologia de processos, ontologia de objetos químicos macroscópicos; Realismo em química; Inobserváveis; Causalidade em química; Mereologia e lógica em química; emergentismo e reducionismo; Sistema periódico; Classificação. *Misturas/agregados; Parte/todo; Estático/dinâmico; Micro/Macro; Substância/processo*
Representação e linguagem Ciência diagramática e classificatória		Dualidade epistemológica do conceito de elemento; Conceitos centrais da química; Idealidade e polissemia dos conceitos químicos; Conceito de emergência; Dualidade e circularidade dos conceitos químicos; Periodicidade; Microestruturalismo; Explicação estrutural; Leis aproximadas; Modelos; Explicação estrutural e diagramaticidade; Visualização. *Qualitativo/Quantitativo; Estrutura/Composição; Modelo /Realidade*
Intervenção e método Ciência Dual e interventiva		Pluralidade metodológica; Abdução; Tecnociência; Característica dual; Instrumentação e especiação química; Modelagem; conceitos gráficos; método ab initio; experimental/teórico/computacional. *Intervenção/explicação; Análise/Síntese; Ciência/Técnica; Experimental/teórico/computacional*
Contextos e valores Ciência Central e utilitária	Discurso regulador Identidade disciplinar Regulação curricular Valores científicos Finalidades da química	Ética em química; Estética e química; Imagem pública; Serendipidade; Fenomenotecnia; Contexto da educação em química; Neutralidade axiológica das sínteses químicas; Endogenia; Utilitarismo; Criação de novas substâncias; Usos e riscos da ciência; Instrumentalismo; Pragmatismo; Utilitarismo; Estética. *Útil/Risco; Criar/Descobrir; Academia/Indústria*
Evolução e juízo Ciência contextual e criativa		Discurso da química; Objetivismo; Discurso implícito; utilitarismo; Pragmatismo; Sistematismo; Interdisciplinar da investigação; Ciência de serviço; Ciência pós-acadêmica. Sistematismo; Contextualidade: Narrativa, criação, sínteses químicas. *Real /Ideal; Natural/artificial*
Normatividade e recursão Ciência da práxis		Interculturalidade; Ciência impura; Pluralismo; contextualidade; narrativa. *Nomotética/ideografia; Descrição/Normatividade*

Isso nos levou a identificar cinco campos de problemas transversais à história da química: classificações, diagramaticidade, fenomenotecnia, processualidade e dimensão tácita. Cada dimensão da práxis apresenta um estilo epistemológico, cognitivo e didático específico da química. São também cinco campos de problemas com relativa autonomia em uma análise de longa duração na história e filosofia da química, o que nos permite fazer as seguintes afirmações: A química é uma ciência das classificações (SCERRI, 2000, SCHUMMER, 1998); A química é caracterizada por um pensamento diagramático; A química é caracterizada por uma por uma racionalidade histórica (EARLEY, 2004); A química é caracterizada pela interdependência entre instrumento e fenômeno químico (ROTHBART, 1999); A química é caracterizada por uma natureza tácita do fenômeno químico (POLANYI, 1966).

Podemos utilizar as cinco afirmações acima para propor uma nova estrutura de currículo, com características de currículo acadêmico, ou seja, tendo os conteúdos disciplinares como fonte, contudo crítico, ou seja, trabalhado com os elementos de sua própria filosofia. Tem nas disciplinas sua fonte, contudo deve ser trabalhado e articulado pela filosofia, que nos traria uma transversalidade e interdisciplinaridade, a partir dos conteúdos químicos. Tem nos conteúdos sua centralidade, contudo estes conteúdos são organizados por estruturas, dinâmicas e categorias específicas de sua filosofia. Uma segunda característica é o foco na competência reflexiva. O currículo mostra um equilíbrio entre formação técnica e humanista e privilegia uma competência reflexiva capaz de articular a competência técnica com a pedagógica[3].

A partir da problematização da filosofia da química podemos propor dinâmicas, estruturas e orientações curriculares transversais.

Estruturas e organização curricular: Classificações, diagramaticidade, fenomenotecnia, processualidade e dimensão tática. Estas estruturas orientam práticas de formação, análise e desenho de práticas curriculares e pedagógicas. As cinco dimensões identificadas explicitam diferentes princípios de organização dos conteúdos do ensino com diferentes estruturas didáticas e filosóficas. Maiores detalhes podem ser vistos em Ribeiro (2014).

Dinâmicas e desenvolvimento curricular: Estas categorias são geradas pelas dinâmicas: Complexificação e Coordenação (Bachelard, 1979, 2009); Aproximações sucessivas às múltiplas contextualidades: Top Down e Buttom up entre as tensões químicas (Laszlo, 2012), Recuo e aproximação entre conhecimento pessoal e algorítmico; Cruzamentos à múltiplos contextos e conceitos.

Continuando a análise temática, nós identificamos matrizes filosóficas do que poderíamos chamar de filosofia da educação química.

5 — Seleção curricular a partir das tensões e antinomias da química

Outro trabalho a que nos propomos, foi mapear as tensões, antinomias da química. O qua-

3 Uma leitura mais detalhada pode ser encontrada em Ribeiro (2014)

dro foi construindo a partir da leitura dos artigos de filosofia da química. Uma tensão ou antinomia pode ser pensada facilmente, mas no contexto da prática é necessária uma solução da tensão. O mapa pode, então, cartografar as soluções que a comunidade de químicos e educadores químicos deram ao longo da história. Podemos assim identificar pela inferência da filosofia da química quais soluções seriam mais racionais.

Campo estruturantes	Tensões	Descritores
Correspondência e Racionalidade	Substância/Processos	Tensão básica da química
	Micro/Macro	Necessidade da transdição e modelização
Uma ciência das substâncias e dos processos	Estático/Dinâmico	Ciência dos processos
	Parte/todo	Mereologia: Gramática da química
Representação e Linguagem	Modelo /Realidade	Supremacia da representação
Uma ciência diagramática e classificatória	Qualitativo/Quantitativo	Uso de aproximações
	Estrutura/Composição	Dois paradigmas em química
Intervenção e método	Indutivo/Dedução	Uso da abdução
	Análise/Síntese	Dois paradigmas em química
	Intervenção/representação	Tecnociência
Uma ciência dual e interventiva	Explicação/Ação	Ciência real
	Natureza/artefacto	Noção própria de natureza
Contextos e valores	Academia/Indústria	Pós-industrial e Acadêmica
	Ciência/Técnica	Tecnociência
	Criar/Descobrir	Ciência criativa
Uma ciência real e criativa	Útil/Risco	Neutralidade axiológica das sínteses
Evolução e Juízo	Real/Ideal	Ciência real
Uma ciência central e utilitária	Artificial/Natural	Ciência do artificial
Normatividade e Recursão	Nomotética/Ideográfica	Ciência histórica
Uma ciência da práxis: intercultural e plural	Descrição/Normatividade	Um misto
	Monismo/pluralismo	Pluralismo constitutivo

Tensões da química (RIBEIRO, 2014. P. 197)

Esse mapeamento nos permite muitas relações, inferências e problematizações sobre as relações entre filosofia, química e currículo. Para cada uma das tensões e/ou antinomias é possível uma avaliação mais clara sobre seleções curriculares e os principais elementos do currículo: Concepção e desenho; Finalidades e objetivos; Seleção e organização dos conteúdos; Desenvolvimento e implementação. Estes problemas, obviamente estão além do espaço deste trabalho. No tocante à seleção e organização curricular podemos inferir as seguintes ilações e desafios do currículo: é necessário problematizar a tecnociência e interdisciplinaridade ao tecnicismo irrefletido (Tala, 2005; Chamizo, 2009); faz-se necessário explicitar uma axiologia química face à endogenia e ao produtivismo (Schummer, 1999); Inserir historicidade e contextualidade face

ao dedutivismo (Lamza, 2011; Earley, 2004); Superar a hegemonia da visão substancialista ante o pluralismo ontológico intrínseco (Bachelard, 2009); Integrar substâncias e processos; Problematizar o relacionismo face ao essencialismo; Integrar dinâmicas Top Dow e Bottom Up, superando a supremacia da visão micro; Superar o realismo ingênuo através da problematização do realismo prático e operacional (Bensaud-Vincent, 2009); Inserir o pensamento diagramático e o realismo processual estrutural (Earley, 2004, 2005).

Tendo o debate da filosofia da química é possível propor guias e orientações para a construção do currículo. Uma primeira orientação é que o currículo deve explicitar as tensões e antinomias da química e mostrar as seleções curriculares nos níveis sintático, pedagógico e filosófico. Em segundo, deve-se explicitar a filosofia do fisicalismo ainda como uma filosofia implícita no currículo de química. O currículo deve explicitar os vários diálogos da química com os clássicos da filosofia (Kant, Polanyi, Peirce, Aristóteles, Bachelard, Duhem, Platão; Leibniz, Hegel), diálogos interdisciplinares com a história (característica idiográfica da química e a possibilidade da química como ciência pan-idiográfica), a física (principalmente o problema do reducionismo e do fisicalismo), a biologia (ciência de serviço, ética, emergentismo e superveniência), a linguística (paralelos entre a linguística e a química) e a matemática.

O currículo deve ser organizado em atenção as categorias, dinâmicas e estruturas da práxis química, atentando-se a coerência do desenvolvimento cognitivo da química. Deve-se construir os programas de todas as disciplinas (específicas, pedagógicas, humanistas e culturais) em atenção às categorias, estruturas e dinâmicas da práxis química.

Podemos agora propor categorias mais inclusivas que podem funcionar ao modo de uma filosofia do ensino da química.

6 — Filosofia da educação química

Do cruzamento da literatura em filosofia da química e educação química identificamos algumas ambiguidades: O currículo escrito foca na química como ciência, o currículo real como técnica; emergência e estabilidade são conceitos usados na prática e não estão no currículo; ética é central e muito problematizada na prática de pesquisa e ensino, mas é ausente no currículo escrito; concepções alternativas de conceitos contraintuitivos; currículo escrito com visão gnosiológica e currículo real com visão praxeológica; ciência indutiva e fundamentada em explicações dedutivas; estuda processo com conceitos de estruturas. A química é criativa, ativa, inovativa, interdisciplinar e seu ensino dogmático, rígido e isolado; a prática é heurística e o ensino é algoritmo.

Pensamos que as ambiguidades acima possam ser melhor problematizadas por uma filosofia do ensino da química que deverá identificar eixos filosóficos estabilizados na química. Por exemplo, identificamos que o reducionismo, corpuscularismo, substancialismo, essencialismo têm sido as perspectivas filosóficas implícitas. Fundamentados na filosofia da química, quais outras filosofias poderiam ser mais bem apropriadas? Propomos aqui quatro linhas filosóficas que pensamos serem mais adequadas.

Primeiramente, uma filosofia pluralista. Isto é defendido por grande parte dos filósofos da química, incluindo Bachelard. Isso impõe um pluralismo da práxis química como constitutivo da química. A química não é um campo disciplinar homogêneo e o pluralismo é inerente e cons-

titutivo (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012).

Em segundo, uma filosofia intercultural, o que impõe pensar as categorias de comunidade e ação como centrais na química. Também impõe reconhecer a química por sua capacidade de intervenção e pela interculturalidade (RUTEMBERG; HARRÉ, 2012). Não existe a possibilidade de construção de categorias *a priori*, de um ponto de vista transcendental. A posição do eu é trocada pelo nós. O sujeito epistêmico, como em Habermas, dá-se, contrariamente a Kant, na história, na práxis. Por isso, a práxis é uma categoria central na química e na pedagogia química. As categorias químicas são negociadas à luz da práxis, à luz de sua história. E assim, o diálogo, a linguagem e a comunicação têm uma importância central na epistemologia da química e, consequentemente, no seu ensino.

Em terceiro, por uma filosofia relacionista o que impõe a pensar o axioma diagramático na química. Uma filosofia relacionista problematiza os limites do essencialismo na química e tensões como estático/dinâmico, substância/processos, relação/substância. Uma substância química, para Bachelard, só ganha sentido no conjunto de todas as outras. A essa tarefa mental Bachelard dá o nome de coordenação e comunidade. Essa ideia é muito próxima da noção epistemológica defendida por alguns filósofos da química, favoráveis a uma epistemologia química de relações internas e ao conhecimento químico como uma rede de relações (SCHUMMER, 1998; BERNAL; DAZA, 2010; SOUKUP, 2005).

Em quarto uma epistemologia histórica, o que impõe a pensar em termos de narrativa e aproximações. Impõe também pensar em uma perspectiva sintética. Josep Earley (2004, 2005, 2006) tem sido um dos filósofos da química a integrarem uma perspectiva da filosofia de processos na química, inclusive a propor uma noção dinâmica de natureza como mais apropriada para pensar a educação química.

7 — Conclusão

Nesse trabalho, identificamos que o currículo de química não tem uma filosofia explícita, e, implicitamente é orientado por um fisicalismo redutor. Propomo-nos a identificar estruturas da práxis química que possam orientar modos de funcionamento do currículo. Com a leitura da filosofia da química, chegamos até aos campos estruturantes da práxis química, inicialmente no pluralismo de identidades da química, depois a cinco campos de problemas de longa duração na história e filosofia da química. Cada campo de problemas origina e organiza um estilo didático, epistemológico e cognitivo. Por exemplo, as classificações exigem pensar em uma filosofia da classificação, bem como pensar no ensino pelos critérios que racionalizam a organização do conhecimento químico. A diagramaticidade nos leva para outro quadro de análise educativo e filosófico, nos leva para a semiótica e o pensamento diagramático.

Posteriormente analisamos as tensões químicas que nos indicam como ocorreram as seleções curriculares, bem como de que maneira podemos fazê-las de forma mais racional. Por fim, analisamos e propomos, sabendo que de forma ainda inicial, eixos de uma filosofia do ensino da química. Pensamos que o pluralismo, a interculturalidade, a relacionalidade, a historicidade devam ser características que devam basilar a construção de currículos, bem como do seu desenvolvimento.

Os quadros acima podem ser usados para propor alterações e inovações curriculares e explicitar formas de organização, integração e articulações curriculares. Por exemplo, é possível propor alterações em disciplinas de didática da química, estágio supervisionado, história da química, bem como pensar em um currículo integrado e articulado a partir da práxis química.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, AGUSTIN. *Integracion de la epistemologıa en la formacion del professorado de ciencias*. Tese (Doutorado), Universitat Autonoma de Barcelona. 2001

BACHELARD, G. *Filosofia do Novo Espirito Cientifico*. Portugal: Presença. 1976.

BACHELARD, G. *O Pluralismo Coerente da Químicaa Moderna*. Contraponto. 2009

BENSAUDE-VINCENT, B. The chemists'style of thinking. *Ber.wissenschaftsgesch*, [S.l], n.32, p.365-378. 2009

CHAMIZO, A. A filosofia de la química: Sobre el método y los modelos. *Educacion quımica*, [S.l.], v.20, n.1, p.6-11. 2009

EARLEY, JOSEPH. Chemical ΨSubstancesΨthat are not ΨChemical Substances, *Philosophy of Science*, 73, 841-852. 2006

EARLEY, JOSEPH. Why There is no Water in the Sea, *Foundations of Chemistry*, 7,85-102. 2005

EARLEY, JOSEPH. Would Introductory Chemistry Courses Work Better with a New Philosophical Basis? *Foundations of Chemistry*, 6: 137-160, 2004.

ERDURAN, SIBEL. Emergence and application of philosophy of chemistry in chemistry education. *School Science Review*, 81(297), 85-87. 2000

ERDURAN, SIBEL. Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education*, 10, 581–593. 2001

GOOD, R. J. Why are chemists Ψturned off 'by philosophy of science? Foundations of Chemistry. New York, v.1, n.2, p.65-95. 1999

GOODWIN, W. M. Explanation in organic chemistry. In: *annals of the new york academy of sciences*, 988 (chemical explanation: characteristics, development, autonomy), New York, p.141–153. 2003

GOODWIN, W. M. Structural formulas and explanation in organic chemistry. *Foundations of Chemistry*. New York, v.10, n.2. 2008

GRUNDY, S. *Curriculum: Product or Práxis*? The falmer press. Deakin studies in education series 1.[S.l]. 1987

HABERMAS, I. *Tecnica e Ciencia como "Ideologia"*, Lisboa, Edições 70. 1994

KLIEBARD, H. M. Os Princípios de Tyler – *Currículo sem fronteiras*, v.11, pp.23-35, Jul/Dez de 2011.

LAMZA, L. How much history can chemistry take? *Hyle*, 16(2), 104–120. 2010

LASZLO, P. Chemical Analysis as Dematerialization. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.4, n.1, p. 29-38. 1998

LASZLO, P. Circulation of concepts. *Foundations of Chemistry*. New York, v.1, p. 225-238. 1999

LASZLO, P. Foundations of Chemical Aesthetics. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.9, n. 1, p.11-32. 2003

LASZLO, P. Handling Proliferation. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.7, n. 2, p.125-140. 2001

LASZLO, P. On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.12, p. 99-130. 2006

LASZLO, P. Playing with Molecular Models. *HYLE- International Journal for Philosophy of Chemistry*, Berlin, v.6, n. 1, p. 85 - 97. 2000

LASZLO, PIERRE. Towards Teaching Chemistry as a Language -*Science & Education*, 2011 - Springer.

LOPES, A. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, São Paulo, v.20, n.5, p.563-568. 1997

PILOT, A.; BULTE, A. M. W. The use of ЧcontextsЧas 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. 2006

POLANYI, M. *The tacit dimension* (first published Doubleday & Co, 1966. Reprinted Peter Smith, Gloucester, MA, 1983. Chapter 1: "Tacit Knowing"). 1966

Ribeiro M. A. P. and Pereira D. C. Constitutive Pluralism of Chemistry: Thought Planning, Curriculum, Epistemological and Didactic Orientations, *Science & Education*., 22, 1809-1837. 2012

RIBEIRO, M. A. P. *Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma filosofia do ensino. Tese de doutoramento*. Universidade de Lisboa. 2014

ROTHBART, D. On the relationship between instrument and specimen in chemical research. *Foundations of Chemistry*, 1(3), 255-268. 1999

RUTHENBERG, K.; HARRÉ, R. (2012). Philosophy of Chemistry as intercultural philosophy: Jaap Van Brakel. *Foundations of Chemistry*, New York, Firsty Online, 08 August.

SCERRI, E. On the nature of chemistry. *Educacion Quimica*, 10(2), 74-78. 1999

SCERRI, E. Philosophical confusion in chemical education research. *Journal of Chemical Education*, 80(5), 468-474. 2004

SCERRI, E. Reduction and emergence in chemistry—two recent approaches. In *Proceedings of the philosophy of science association*. 2007

SCHUMMER, J. Coping with the growth of chemical knowledge: Challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. *Educacion Quimica*, 10(2), 92-101. 1999

SCHUMMER, J. The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity. In D. Baird, E. Scerri, & L. MacIntyre (Eds.), *Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline*. Boston Studies in the Philosophy of Science (Vol. 242, pp. 19-39). Dordrecht: Springer. 2006

SCHUMMER, JOACHIM. The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *Hyle*, 4-1, 129-162. 1998

SCHWAB, J. J. *The teaching of science as enquiry*. In J. Schwab & P. Brandwein (Eds.), The teaching of science (pp. 1-103). Cambridge, MA: Harvard University Press. 1966

SEIBERT, C. Charley Peirce's head start in chemistry. *Foundations of Chemistry*, 3(3), 201-206. 2001

SOUKUP, R. W. Historical aspects of the chemical bond: Chemical relationality versus physical objectivity. *Monatshefte fu¨r Chemie*, 136, 803-813. 2005

SPECTOR, T. I. The aesthetics of molecular representation: From the empirical to the constitutive. *Foundations of Chemistry*, 5(3), 215–236. 2003

STEIN, R. L. Towards a process philosophy of chemistry. *Hyle*, 10-1, 5–22. 2004

TANNER, D., & TANNER, L. *Curriculum development: Theory into practice*. New Jersey: Englewood Cliffs (Vallance, E., 1986). 1995

THALOS, MARIAM. The Lens of Chemistry. *Science & Education* (14 February 2012), pp. 1-15.

TYLER, R. *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago press. 1949

VALENTE, M. J. *Uma leitura pedagógica da construção histórica do conceito de energia. Contributo para uma Didáctica Crítica*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. 1999

VAN AALSVOOR, T. J. 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*, 26, 1151–1168. 2004

VAN BERKEL, B. *et al.* Normal science education and its dangers: The case of school chemistry. *Science & Education*, New York, v.9, p.123–159. 2000

VAN BERKEL, B. *The structure of current school chemistry: A quest for conditions for escape*. Tekst. Proefschrift Universiteit Utrecht. 2005

VAN BRAKEL, J. Chemistry as the science of the transformation of substances. *Synthese*, 111(3), 253–282. 1997

VAN BRAKEL, J. On the neglect of the philosophy of chemistry. *Foundations of Chemistry*, 1, 111–174. 1999

VAN BRAKEL, J. *Philosophy of chemistry. Between the manifest and the scientific image*. Leuven: Leuven University Press. 2000

VIHALEMM, R. Philosophy of chemistry and the image of science. *Foundations of Science*, 12(3), 223–234. 2007

VIHALEMM, R. The autonomy of chemistry: Old and new problems. *Foundations of Chemistry*, 13(2), 97–107. 2011