

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

MELQUESEDEQUE DA SILVA FREIRE

**PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA ANÁLISE
DA NATUREZA DA QUÍMICA E DO SEU ENSINO**

RECIFE/PE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

MELQUESEDEQUE DA SILVA FREIRE

**PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA ANÁLISE
DA NATUREZA DA QUÍMICA E DO SEU ENSINO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Orientadora: Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

RECIFE/PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

F866p Freire, Melquesedeque da Silva
Perfil conceitual de química: contribuições para uma análise da natureza da química e do seu ensino / Melquesedeque da Silva Freire. – 2017.
255 f. : il.

Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Perfil conceitual 2. Filosofia da química Química – Estudo e ensino I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient.
II. Título

CDD 507

MELQUESEDEQUE DA SILVA FREIRE

**PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA ANÁLISE
DA NATUREZA DA QUÍMICA E DO SEU ENSINO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Aprovada em, 31 de agosto de 2017

BANCA EXAMINADORA

Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral – Presidente
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Suely Alves da Silva – Examinadora interna
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Maria Angela Vasconcelos de Almeida – Examinadora interna
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Eduardo Fleury Mortimer – Examinador externo
Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. Vicente Talanquer – Examinador externo
University of Arizona

Dedico este trabalho a meu filho, Phellipe, por sua presença em minha vida e que, sem saber, com as suas inúmeras perguntas sobre o mundo, me inspira todos os dias a buscar uma atitude reflexiva sobre os conceitos com os quais penso e falo.

AGRADECIMENTOS

O caminho desta pesquisa foi trilhado com o auxílio de muitas pessoas que contribuíram direta e indiretamente. A todas elas, gostaria de expressar os meus mais profundos e sinceros agradecimentos, especialmente:

A minha orientadora, Dra. Edenia Amaral, pela confiança, paciência, competência com que conduziu as orientações, e pela sua postura profissional, que tanto me inspira. Agradeço-lhe pela amizade e interlocuções construídas durante esses quatro anos, e que marcam este trabalho desde a sua concepção à sua redação.

Aos professores Eduardo Mortimer, Maria Ângela e Maria Suely, pelos olhares e sugestões precisas, que redimensionaram a pesquisa, e permitiram aprofundar as discussões que geraram o presente trabalho.

As professoras Cármen Farias e Ana Maria, pela atenção, empenho e tomada de providências que viabilizaram meu estágio doutoral no exterior.

Aos professores do PPGEC, que contribuíram para a minha formação no contexto das disciplinas cursadas nos primeiros dois anos do curso.

A CAPES, pela bolsa concedida para a realização do estágio doutoral no exterior.

Ao professor Vicente Talanquer, pela ótima recepção em minha breve visita à *University of Arizona*, em Tucson, EUA. Pelas conversas, referências e observações que me ajudaram a ampliar as perspectivas sobre a química, e que enriqueceram sobremaneira este trabalho.

Aos colegas da turma de doutorado 2013.2, Daniela, Edelweis, Flávia, Jadilson, Luciana e Risonilta, que gentilmente me acolherem em Recife, pelo amigável convívio, pelos agradáveis e profícuos momentos de discussão e interação durante as atividades das disciplinas do PPGEC.

Aos meus colegas e amigos da área de Ensino de Química, do Instituto de Química da UFRN, os professores Carlos Neco, Márcia Gorette, Patrícia Flávia e Luiz Seixas, pelos votos de sucesso e pelo apoio ao meu afastamento, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho, e por assumirem as disciplinas durante esse período. Aos professores Ótom Anselmo e Ana Cristina pelo apoio ao pedido de prorrogação do afastamento.

Aos professores André Ferrer e Isauro Beltrán que fizeram parte das minhas primeiras intenções em fazer o doutorado na área de Educação, ainda como aluno especial. Ao primeiro,

pelas contribuições e conversas durante as reuniões coletivas e particulares, especialmente, a acolhida no seu grupo de estudos. E ao segundo, pelas imensuráveis contribuições dadas ao longo da minha formação acadêmica em tantas disciplinas, e que estimularam a minha paixão pelo conhecimento da área de Educação em Ciências.

Aos licenciandos em química da UFRN, que voluntariamente aceitaram participar da pesquisa e que marcam também este trabalho com os seus enunciados.

Aos meus pais, pelo amor, educação, sacrifícios e incentivos durante toda a minha trajetória escolar e acadêmica, e por sempre compreenderem o silêncio e a ausência em muitos momentos da elaboração desta pesquisa.

A minha esposa, Sabrina, pela paciência, carinho, apoio e compreensão durante todo o doutorado, especialmente, para o tempo em que ficamos longe um do outro, fisicamente.

Sobretudo, a Deus, pela vida e subsistência. A causa primeira de mais esta conquista. A ele toda a honra.

“O pensamento do químico parece oscilar entre o pluralismo e a redução da pluralidade”

(Gaston Bachelard)

RESUMO:

Neste trabalho avaliamos as potencialidades e limites de uma proposta de perfil conceitual de Química, como referência para a interpretação dos processos de significação da ciência química, sua natureza e suas potenciais articulações com o ensino e a formação de professores. A primeira etapa do trabalho consistiu da proposição de um perfil conceitual de Química, construído a partir de um exame dialógico de dados provenientes de três fontes: análises epistemológicas e históricas acerca do desenvolvimento da química; a literatura sobre concepções informais dos estudantes; e dados obtidos a partir de questionários e interações discursivas em sala de aula com licenciandos em química. A análise dos dados foi feita a partir de uma abordagem qualitativa, tomando por base contribuições da etnografia interacional e da Teoria da Enunciação de Bakhtin. O perfil conceitual proposto é constituído de seis zonas, assim denominadas: monista, aversiva, epistêmica, pragmática, processual e atrativa. Esse perfil foi então utilizado para analisar interações discursivas, mediadas por questões e discussões sobre filosofia da química, no contexto da formação inicial de professores de química, o que nos permitiu caracterizar formas de falar sobre química. Os resultados obtidos também nos possibilitaram identificar e apontar direcionamentos para a abordagem de aspectos da natureza da química no ensino de química a partir do perfil conceitual, considerando o caráter complexo e multifacetado da química.

Palavras-chave: Perfil Conceitual, Filosofia da Química, Ensino de Química.

ABSTRACT:

In this work, we have evaluated possibilities and limitations of a proposal for a conceptual profile of chemistry in order to interpretation of meaning processes on chemistry, its nature and potential connections with Chemistry Education and Teacher Education. Firstly, we constructed a proposal for a conceptual profile of chemistry from the dialogue with data gathered from three sources: historical and philosophical studies about chemistry; literature on alternative conceptions; questionnaires and discursive interactions in classroom with prospective chemistry teachers. Data analysis was performed from a qualitative approach supported by both interactional ethnography and the Bakhtin Circle's Theory of Language. The proposed conceptual profile is constituted by six zones: monist, aversive, epistemic, pragmatic, processual and attractive. This conceptual profile was used for analysing discursive interactions, mediated by issues and discussions on philosophy of chemistry, in the context of initial chemistry teachers training, which enabled us to characterize ways of speaking about chemistry. Findings also points out guidelines to address issues on nature of chemistry in chemistry teaching from the conceptual profile, considering the complex and multifaceted feature of chemistry.

Keywords: Conceptual Profile, Philosophy of Chemistry, Chemistry Education.

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1 – Caracterizações da química e exemplos de referências	51
Quadro 2 – Informações sobre as origens dos dados da pesquisa	68
Quadro 3 – Propostas para as atividades da oficina no PFC	70
Quadro 4 – Dimensões de análise da ferramenta de Mortimer e Scott (2002)	73
Quadro 5 – Representação sistemática dos perfis da química e dos químicos ao longo da história, de acordo com Bensaude-Vincente e Stengers (1992)	88
Quadro 6 – Revoluções da química na perspectiva de Jensen (1998) e Chamizo (2011)	89
Quadro 7 – Os 12 princípios da química verde. Traduzido de Anastas e Warner (1998, p.30)	102
Quadro 8 – Referências consultadas na análise do domínio ontogenético	105
Quadro 9 – Sistematização de diferentes ideias sobre química encontradas na literatura	112
Quadro 10 – Categorias definidas a partir das respostas dos licenciandos ao questionário	115
Quadro 11 – Matriz de significados do conceito de Química	134
Quadro 12 – Conjunto de episódios de ensino selecionados do PFC, para análise	159
Quadro 13 – Mapa de atividades do primeiro encontro da oficina	160
Quadro 14 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.1.....	167
Quadro 15 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.2.....	171
Quadro 16 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.3.....	173
Quadro 17 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.4.....	177
Quadro 18 – Mapa de atividades do segundo encontro da oficina	177
Quadro 19 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 2.1.....	180
Quadro 20 – Mapa de atividades do terceiro encontro da oficina	181

Quadro 21 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 3.1.....	184
Quadro 22 – Mapa de atividades do quarto encontro da oficina	185
Quadro 23 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 4.1	187

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 1	116
Tabela 2	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 2	119
Tabela 3	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 3	121
Tabela 4	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 4	122
Tabela 5	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 5	123
Tabela 6	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 6	125
Tabela 7	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 7	127
Tabela 8	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 8	129
Tabela 9	– Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 9	131

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 – Principais questões em torno da autonomia da química e respostas ao reducionismo epistemológico e ontológico	37
Figura 2 – Algumas das principais questões e linhas temáticas de pesquisa na Filosofia da Química	41
Figura 3 – Relações potenciais entre as zonas do perfil conceitual de química e facetas da química	192

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS:

AACC – Atividades Acadêmico-Científico-Culturais

ACS – American Chemical Society

CoRe – Content Representation

EaD – Educação a Distância

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

HFC – História e Filosofia da Ciência

HFQ – História e Filosofia da Química

HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry

IES – Instituições de Ensino Superior

IQ-UFRN – Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

IQ-USP – Instituto de Química da Universidade de São Paulo

ISPC – International Society for the Philosophy of Chemistry

NdC – Natureza da Ciência

PCK – Pedagogical Content Knowledge

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PFC – Programa de Formação Complementar

SHAC – Society for the History of Alchemy and Chemistry

SISU – Sistema de Seleção Unificada

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 A NATUREZA DO CONHECIMENTO QUÍMICO: APORTES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA	27
2.1 A FILOSOFIA DA QUÍMICA COMO CAMPO DISCIPLINAR	27
2.2 ASPECTOS DA NATUREZA DO CONHECIMENTO QUÍMICO	42
2.3 CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	51
3 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	57
3.1 BASES TEÓRICAS DOS PERFIS CONCEITUAIS	57
3.2 ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS PARA A PESQUISA COM PERFIS CONCEITUAIS	64
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	66
4.1 O CONTEXTO DA PESQUISA	66
4.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA	67
4.3 A CONSTRUÇÃO DOS DADOS: INSTRUMENTOS E MÉTODOS	68
4.3.1 A aplicação do questionário	68
4.3.2 Organização da atividade formativa no PFC	69
4.4 A ANÁLISE DOS DADOS	72
4.4.1 A análise das respostas aos questionários	72
4.4.2 A análise das interações discursivas	72
4.4.3 A construção dos episódios de ensino	75

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	77
5.1 A CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA	77
5.1.1 Uma gênese sócio-histórica para o conceito de Química: construindo bases de um domínio sociocultural	77
5.1.2 A gênese do conceito de Química à luz da literatura das pesquisas em ensino: investigando a constituição de ideias no domínio ontogenético	104
5.1.3 A gênese do conceito de Química no domínio microgenético: a análise dos questionários e recortes de episódios de ensino	113
5.2 UMA MATRIZ DE SIGNIFICADOS PARA O CONCEITO DE QUÍMICA	133
6 PROPOSTA DE UM PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA	136
6.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL	136
6.1.1 Caracterização da zona monista	136
6.1.2 Caracterização da zona aversiva	139
6.1.3 Caracterização da zona epistêmica	142
6.1.4 Caracterização da zona pragmática	146
6.1.5 Caracterização da zona processual	151
6.1.6 Caracterização da zona atrativa	154
6.2 A DINÂMICA DAS ZONAS QUE CONSTITUEM O PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA	159
7 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	189
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	210
REFERÊNCIAS	215
APÊNDICE A	236

APÊNDICE B	237
APÊNDICE C	240
APÊNDICE D	241
APÊNDICE E	242
ANEXO A	244
ANEXO B	248
ANEXO C	253

1 INTRODUÇÃO

Esta tese doutoral tem seu objeto de investigação relacionado a três eixos principais que estão articulados entre si: a epistemologia, os processos de conceituação e o ensino de química.

O meu interesse pela epistemologia, particularmente, pelas discussões sobre o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, originou-se a partir da leitura de trabalhos de autores da área, tais como, Michael Matthews, Norman Lederman, Daniel Gil-Pérez, Vicente Mellado-Jiménez, Agustín Adúriz-Bravo, José Antonio Chamizo, entre outros. Além disso, o contato com alguns referenciais desse campo em disciplinas da graduação e cursos de formação complementar e de pós-graduação contribuíram para aumentar esse interesse.

Em meio ao debate em foco, a formação de professores surge como um campo privilegiado das intenções de pesquisa, em virtude da minha atuação profissional em curso de licenciatura em química, e pela crença de que apesar de muitos esforços empreendidos na busca da melhoria da qualidade da educação em nosso país, em nível geral, o professor continua sendo o principal agente capaz de promover mudanças efetivas em direção a esse objetivo. Ou seja, compartilho da ideia de que melhorias na qualidade da educação passam, primordialmente, pela necessidade de melhorar a formação desses profissionais.

Apesar de reconhecer que ainda existem dificuldades e desafios a serem enfrentados no contexto dos cursos de formação inicial de professores, as licenciaturas experimentaram muitos avanços nos últimos anos, em virtude das novas políticas públicas para a educação e formação de professores, que possibilitaram a reestruturação curricular desses cursos, apontando para a introdução de disciplinas integradoras, para a mudança de visão do papel dos estágios supervisionados e, conseqüentemente, do maior contato dos licenciandos com a escola, etc. Tais medidas orientam-se pela busca da consolidação de uma identidade dos cursos de formação de professores, afastando-se de concepções mais simplistas e reducionistas, há muito criticadas pela comunidade científica em Educação em Ciências, como aquela que concebe a licenciatura como um “apêndice” do bacharelado, ou ainda a visão de formação do professor pautada no modelo da racionalidade técnica, o tão conhecido “3+1”. Essas iniciativas são, portanto, fruto de muitas batalhas travadas em diferentes instâncias e que, no campo da pesquisa educacional, contribuíram para abrir um espaço de reflexões e práticas que objetivam a implementação de novas ideias e ações visando melhorar a formação dos futuros professores.

Um aspecto da formação do professor que tem centralidade nessas discussões são os processos de conceituação. A partir de leituras iniciais e do conhecimento de algumas produções nessa linha de pesquisa, fui direcionado aos trabalhos com a Teoria dos Perfis Conceituais (MORTIMER, 1995, 2000, MORTIMER; EL-HANI, 2014). Acreditamos que essa abordagem teórico-metodológica dos processos de significação em sala de aula tem grande potencial a ser explorado ainda pelas pesquisas em ensino e, principalmente, por aquelas que envolvem a formação de professores. Nesse sentido, uma contribuição importante da abordagem dos perfis conceituais, seria a inserção desse conhecimento na constituição de bases do saber profissional docente, na direção de explicitar modos de pensar, concepções e crenças dos professores em relação a diferentes conceitos, em termos de zonas de um perfil conceitual, além de contribuir também para o conhecimento das concepções dos estudantes, em termos de um estudo ontogenético de um conceito particular, por exemplo. Por fim, destacamos contribuições que uma análise sociocultural do desenvolvimento de um conceito poderia trazer ao evidenciar aspectos da sua construção em termos históricos e epistemológicos.

Há muito que se destacam as dificuldades que acompanham a abordagem da HFC no ensino de ciências e da Natureza da Ciência (NdC), especialmente, no contexto da formação inicial de professores (LEDERMAN, 1992; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000a; GARCÍA-CARMONA; VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2011). Uma crítica que é levantada nesse ponto, e sobre a qual estou de acordo – em razão de experiência própria – é que, tradicionalmente, tal abordagem é feita a partir da apresentação das ideias, conceitos e categorias teóricas de autores consagrados desse campo (por exemplo, Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend, Toulmin, entre outros), mas que cujas ideias não se vinculam diretamente com conteúdos específicos, por exemplo, conteúdos da química, antes, tais modelos tomam sempre exemplos paradigmáticos da física. Nesse sentido, considero ser imprescindível mudar a atenção, desde os enfoques mais genéricos da HFC e da NdC, em direção a abordagens mais específicas durante a formação inicial dos professores. É nesse ponto que defendo que a Filosofia da Química pode trazer elementos ricos e potenciais para o propósito de auxiliar na formação do professor, em relação ao desenvolvimento e conhecimento da ciência química, sua estrutura e sua epistemologia, e até mesmo da NdC, de modo geral.

Uma razão para o insucesso com aplicações da HFC no ensino de ciências, apresentada por Erduran e Scerri (2002), diz respeito à própria definição de “ciência” utilizada nesse domínio. Com isso, entende-se a defesa de que a abordagem da NdC, em

termos generalizados, perde de vista as especificidades que existem dentro de determinados domínios das ciências, em particular. Logo, introduz-se a necessidade de se examinar mais de perto a forma como o domínio especializado e recém-emergente da Filosofia da Química pode informar e melhorar o ensino de química por meio de ideias e referentes de reflexão acerca da natureza da química.

Embora não seja suficiente, é imprescindível um conhecimento profundo do conteúdo para que o professor disponha de elementos para o planejamento e para a atividade docente. A filosofia, de modo geral, ao focar as questões primeiras e os fundamentos dos conceitos científicos, constitui um elemento essencial para o desenvolvimento de saberes dos professores. Então, a Filosofia da Química, enquanto uma área de produção de conhecimento pode contribuir para fundamentar o conhecimento dos professores acerca da sua disciplina e das particularidades constitutivas da Natureza da Química.

No prefácio da edição espanhola de 1997 do livro *Historia de la química*, as autoras francesas Bernadette Bensaude-Vincente e Isabelle Stengers escrevem que:

“A química, onipresente e impossível de encontrar, opera em todas as partes e em todas as partes está subordinada a problemas, interesses ou técnicas que não lhe pertencem em propriedade e, além disso, é vítima das vicissitudes contemporâneas do conceito de “progresso industrial”. “Filha de uma mãe vulgar”, a alquimia, conseguiu dar uma imagem de si mesma séria, moral, responsável, invocando sua utilidade social e seu interesse econômico. Apesar de todas essas proezas industriais, agrícolas ou médicas parecerem assegurar-lhe um valor positivo, hoje se voltam contra si e a fazem extremamente vulnerável. A “ciência dos professores” levanta alto e com orgulho uma bandeira de dupla face: “ciência pura” a serviço do conhecimento desinteressado, e “ciência aplicada”, a serviço da humanidade. Mas, na atualidade, tudo sucede como se a “pureza” fosse um traço exclusivo da física. Considerada mais “útil para a vida” que “para a mente”, segundo uma expressão de Bachelard, a química se apresenta como objetivo escolhido das controvérsias políticas e sociais ao propósito dos valores da indústria e do progresso. Catástrofes como a de Bhopal¹ (3.500 mortos e centenas de milhares de pessoas irreversivelmente deficientes), chuvas ácidas, gases CFC que destroem a camada de ozônio, fertilizantes com nitratos e pesticidas que contaminam os lençóis freáticos, resíduos industriais perigosos. Tudo isto “é química”. (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1997 citadas por CHAMIZO; CASTILLO; PACHECO, 2012, tradução nossa)

É impressionante notar como em um pequeno fragmento de texto podemos encontrar distintas concepções, ideias e imagens associadas ao termo “química”: desde visões

¹ Acidente ocorrido na madrugada de 3 de dezembro de 1984 em Bhopal, Índia, no qual, 40 toneladas de gases letais, como o isocianato de metila e o hidrocianeto, vazaram de uma fábrica de agrotóxicos da *Union Carbide Corporation*. Esse é considerado por muitos o pior desastre industrial da história.

científicas a expressões de caráter valorativo, largamente difundidas nos diferentes estratos sociais.

A leitura do texto acima de certa forma nos inspira a adentrar pela multiplicidade de formas e significados que acompanham a palavra “química”. Não é raro que nos deparemos com expressões tais como, “química é a ciência que estuda a matéria”, e para muitos uma ciência experimental, outros a consideram como a “ciência central”; “química é uma indústria” ou “química é um processo”; diz-se que a “química está em todo o lugar”, que “tudo é química”, ou que um produto “tem muita química” ou que um produto “x” é melhor porque “não tem química”; os termos “dependência química”, “guerra química”, “armas químicas”, e até mesmo o fato de que pode ou não “rolar uma química” entre duas pessoas, estão presentes em diversos veículos de informação e no discurso de alunos, professores e das pessoas, de um modo geral.

Sabendo que as palavras mudam de significados e referências ao longo do tempo e dos contextos, e que isso pode ser acompanhado, essencialmente, de mudanças nos sistemas teóricos, (por exemplo, a “Física” do final da Idade Média não é a “Física” do final dos anos do século XX), fomentamos a hipótese de que as mudanças que se processaram na química ao longo da sua história, produziram significados em torno dela e que também mudaram as categorias e entes ao longo dos séculos, mudando-se a ontologia e a epistemologia da química, justificando-se a adesão a distintos compromissos ontológicos e epistemológicos. Nessa perspectiva, tomando a assertiva de Amaral e Mortimer (2007, p.242), concordamos que um conceito particular, nesse caso, o conceito de química, é resultado de um processo de construção humana, que tem as suas variações com o tempo e com o avanço do conhecimento.

No contexto das discussões da Filosofia da Química, diversos autores têm sinalizado a existência de um pluralismo da ciência química, tendo esse fato já sido investigado de maneira sistemática (RIBEIRO; PEREIRA, 2013). Schummer (1998, p.129-130) diz que “falar de ‘química’ como um campo uniforme parece obscurecer a pluralidade de tradições históricas, métodos e objetivos científicos envolvidos nesse domínio, bem como a variedade de projetos interdisciplinares nos quais os químicos estão e têm trabalhado”.

Nesta tese, irei propor que o pluralismo de significados da química não se dá apenas no âmbito do conhecimento científico, mas na própria noção de “química”, como palavra que simboliza um construto conceitual utilizado em outros contextos, para além de uma

abordagem somente no contexto científico. Com isso, irei defender que o conceito de Química pode ser abordado em termos de um perfil conceitual.

Desde o seu surgimento, as primeiras pesquisas na abordagem dos perfis conceituais foram levadas a cabo privilegiando a investigação de conceitos físicos, por exemplos, em química: atomismo e estados físicos da matéria (MORTIMER, 2000), o conceito de calor (AMARAL; MORTIMER, 2001), espontaneidade (AMARAL; MORTIMER, 2004), reação química (SOLSONA; IZQUIERDO; DE JONG, 2001), substância (SILVA; AMARAL, 2013), dentre outros que citaremos ainda neste trabalho. É possível também encontrar na literatura trabalhos que abordaram outros tipos de conceitos, tratados em outras disciplinas, tais como “função”, em matemática, “vida” em biologia, e até mesmo “interdisciplinaridade”. Como havia sinalizado Mortimer (2000), a noção de perfil conceitual poderia ser aplicada a diferentes conceitos ou fenômenos como, por exemplo, conceitos relacionados com processos ao invés de estruturas (MORTIMER, 2000, p. 358). Por essa razão, caberia falarmos de um perfil conceitual de Química: uma ciência, uma disciplina, uma área de conhecimento, uma ideia no imaginário das pessoas, etc. Além disso, a noção de conceito da perspectiva vygotskiana, apoia a nossa hipótese de pensar o termo “química” desde esse ponto de vista.

Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007)² defendem que a construção de perfis conceituais apresenta particularidades a depender do domínio de conhecimento, relativas às especificidades históricas e epistemológicas de cada domínio, o que pode implicar novas estratégias metodológicas para a sua construção. Uma dessas especificidades é a consideração da dimensão axiológica do perfil conceitual, que foi apontada em desdobramentos posteriores do programa de pesquisa (MATTOS, 2014) e que assume uma centralidade, para o conceito em questão, Química, dada a pluralidade axiológica da ciência, de modo geral.

Conforme sinalizamos anteriormente, consideramos, então, que o conceito de “Química” pode ser utilizado para a construção de um perfil conceitual porque admite uma grande polissemia, tanto no domínio específico da história, como também em outros domínios da cultura geral e da linguagem, por tratar-se de um termo utilizado tanto na linguagem do contexto cotidiano, quanto na linguagem dos contextos científico e escolar. Conforme trabalharemos nesta tese, para determinar as zonas desse perfil conceitual é necessário que

² SEPÚLVEDA, C.; MORTIMER, E. F. e EL-HANI, C. N. **Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva**. In: Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p862.pdf>>, acesso em 20 de Janeiro de 2016.

sejam analisados conjuntamente dados da literatura em história da ciência, da pesquisa em educação em ciências e da sala de aula. Especificamente a investigação do domínio histórico poderá favorecer uma análise aproximativa à Filosofia da Química.

Em razão dos argumentos expostos, consideramos que uma melhor compreensão do conceito de Química pelos licenciandos, em seus aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos pode contribuir para uma melhor compreensão das dimensões pedagógica, didática e aplicativa dessa ciência. Ao fazê-lo, nós indicamos que os futuros esforços para a inclusão de elementos da HFC na Educação em Ciências devem levar em conta o domínio da especificidade do conhecimento disciplinar, considerando que seria importante que os futuros professores conhecessem sobre como está estruturada a disciplina que eles irão ensinar. Como se vem defendendo no campo da Filosofia da Química, a perícia no ensino requer tanto o conhecimento do conteúdo de um domínio, bem como o conhecimento sobre sua epistemologia, pois, os professores desenvolvem a capacidade necessária de transformar o conteúdo em conteúdo de aprendizado, somente quando eles sabem como o conhecimento disciplinar é estruturado (SCERRI, 2001). Nossa problemática, portanto, se situa nos termos de considerar como podemos introduzir tais questões no ensino e na formação inicial dos professores de química.

Muitos autores reconhecem que as potenciais contribuições da Filosofia da Química no ensino de química se traduzem em um esforço para construir nos professores uma compreensão do conhecimento de uma epistemologia química. O exame de temas tratados nesse domínio, tais como o reducionismo, superveniência, as leis e explicações em química, os modelos, contribuiria para o fortalecimento do conhecimento do conteúdo, bem como do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*) (SHULMAN, 1986, 1987).

Tais reflexões nos levam a propor que há contribuições mútuas entre a Filosofia da Química e a abordagem dos perfis conceituais que podem repercutir em reflexões e conhecimentos sobre aspectos da natureza da química e seu ensino. Com base nos argumentos de natureza teórica, expostos brevemente, penso que o perfil conceitual de Química pode se constituir uma potencial ferramenta teórico-metodológica para a investigação de situações de ensino e aprendizagem envolvendo aspectos da natureza da química. A partir de uma perspectiva sociocultural, o perfil conceitual poderá ser empregado para modelar a produção de significados no contexto de interações discursivas em Filosofia da Química. Como isso, pretendemos defender a tese de que:

“A proposta de uma estrutura para interpretar processos de significação em torno do conceito de Química, a partir da Teoria do Perfil Conceitual, pode tanto fornecer indicadores que apontem características e aspectos relacionados à natureza da química como também formentar reflexões em direção a perspectivas mais abrangentes sobre o seu ensino.”

Assim, esta investigação foi planejada com o objetivo de avaliarmos se esta hipótese se sustenta em termos empíricos. Para tanto, estruturamos nossa pesquisa em torno do seguinte problema:

Em que medida a estruturação de modos de pensar e formas de falar sobre química em termos de zonas de um perfil conceitual pode contribuir para a análise e ampliação de compreensões acerca da natureza da química e do seu ensino na formação de professores?

A partir da definição desse problema, estruturamos os seguintes objetivos de pesquisa:

Objetivo geral: avaliar potencialidades e limites de uma proposta de perfil conceitual de química, para a explicitação de significados sobre química, sua natureza e suas articulações com o ensino na formação de professores.

Como objetivos específicos, nos propusemos a:

- Formular uma proposta de perfil conceitual de Química;
- Analisar a dinâmica das zonas que constituem o perfil conceitual proposto em interações discursivas, mediadas pela Filosofia da Química, com licenciandos de química;
- Identificar diretrizes para a abordagem de aspectos da natureza da química no ensino, a partir das zonas do perfil conceitual proposto.

Esta tese está estruturada em oito capítulos, assim intitulados: 1 Introdução; 2 A natureza do conhecimento químico: aportes da Filosofia da Química; 3 A Teoria dos Perfis Conceituais: fundamentos teórico-metodológicos; 4 Procedimentos metodológicos da investigação empírica; 5 Análise e discussão dos resultados; 6 Proposta de um perfil conceitual de Química; 7 Implicações para o ensino de química e a formação de professores; 8 Considerações finais.

Neste primeiro capítulo apresentamos as motivações para este trabalho, o problema de pesquisa e os objetivos da investigação. No segundo capítulo, apresentaremos algumas discussões sobre a Filosofia da Química que, dentre suas contribuições, tem produzido ideias, conceitos e referências que auxiliam a compreensão da Natureza da Química. Discutiremos nesse segundo capítulo as origens da Filosofia da Química, enquanto disciplina, algumas das razões que foram cruciais para o seu desenvolvimento tardio em relação às outras subáreas da Filosofia da Ciência, as principais linhas temáticas de trabalho na área de pesquisa, e finalizaremos apontando contribuições para o ensino de química e, conseqüentemente, para a formação de professores de química.

No capítulo três, apresentaremos as bases teóricas e metodológicas da teoria dos perfis conceituais, dando ênfase nas suas relações com a perspectiva sociocultural do desenvolvimento cognitivo, e na perspectiva que trata a aprendizagem de ciências como a aprendizagem da linguagem social da ciência escolar e em diálogo com as contribuições bakhtinianas dos processos de enunciação coletivos no espaço social da sala de aula. Também discutiremos as bases metodológicas para as investigações sobre perfis conceituais, focando na análise dos domínios genéticos de significação de um conceito.

No capítulo quatro, apresentaremos o desenho metodológico da nossa investigação, descrevendo o contexto da pesquisa, os procedimentos de levantamento dos dados empíricos, os instrumentos e estratégias utilizadas, bem como as ferramentas de análise dos dados produzidos nesse contexto.

No capítulo cinco, apresentaremos os resultados da investigação no que diz respeito à análise nos domínios genéticos de significação do conceito de Química – o domínio sociocultural, o domínio ontogenético e o domínio microgenético – bem como o processo de identificação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estabilizam diferentes modos de pensar e formas de falar acerca de química. Na sequência, apresentaremos a forma como esses dados foram utilizados na organização de uma matriz de significados que nos orientou na proposição das zonas do perfil conceitual de Química, caracterizando algumas dimensões a partir das quais a polissemia em torno do conceito de Química pode ser ordenada.

No capítulo seis, apresentaremos a proposta de um perfil conceitual de Química, a caracterização das zonas que o constitui e, por fim, os resultados da investigação da dinâmica

discursiva de uma sala de aula no contexto da formação inicial de professores de química, a partir da análise de episódios de ensino.

Por fim, no capítulo sete, apresentaremos uma proposta de articulação de aspectos da natureza da química e seu ensino, identificando facetas e características da disciplina que podem ser abordadas a partir dos distintos modos de pensar e formas de falar sobre química expressos no perfil conceitual. No capítulo oito, apresentaremos as considerações finais da pesquisa, recordando todo o percurso investigativo e destacando as principais conclusões do trabalho.

2 A NATUREZA DO CONHECIMENTO QUÍMICO: APORTES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA

2.1 A FILOSOFIA DA QUÍMICA COMO CAMPO DISCIPLINAR

Estudos sobre Natureza da Ciência (NdC) e sua relação com o Ensino de Ciências constitui uma tradicional linha de investigação no campo da Didática das Ciências (MATHEWS, 1998; LEDERMAN, 1992, 1999; LEDERMAN et al, 2001; ACEVEDO et al, 2005; ADÚRIZ-BRAVO, 2005; GARCÍA-CARMONA; VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2011, 2012; GUERRA-RAMOS, 2012). Normalmente, NdC refere-se à epistemologia ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico, bem como ao seu desenvolvimento, podendo ser definida como um arcabouço de saberes sobre as bases ou princípios epistemológicos envolvidos na construção do conhecimento científico, que incorporam, entre outras coisas, aspectos axiológicos intrínsecos ao “fazer Ciência” (LEDERMAN, 1992; ADÚRIZ-BRAVO, 2001; GIL-PÉREZ et al, 2001; FERNÁNDEZ et al, 2002).

A inserção de elementos da dimensão histórica e filosófica da ciência na formação de professores tem sido defendida por uma longa tradição de autores, sinalizando, dentre outras coisas, que essa abordagem pode contribuir para evitar visões distorcidas sobre os processos e fatores envolvidos na produção do conhecimento científico e suas relações com os condicionantes sociais, além de colaborar para a aprendizagem de conteúdos científicos específicos (VÁZQUEZ; MANASSERO, 2008).

Nos últimos anos tem se configurado um debate em torno do tema “Natureza da Ciência”, e estabelecida a possibilidade de mudança para o plural “Natureza das Ciências”³, a fim de que sejam consideradas e abordadas as diferentes disciplinas de maneira específica (ACEVEDO, 2008). Nesse sentido, podemos falar de uma abordagem da Natureza da Química, ou seja, das características distintivas do conhecimento químico, tema o qual é objeto de uma área específica de produção de conhecimentos, a Filosofia da Química.

Em abril de 2007, a tradicional revista de filosofia *Synthese* publicou um número especial sobre a Filosofia da Química. Nesse volume, o artigo de Hoffmann (2007) apresenta alguns argumentos para defender que os clássicos problemas da Filosofia da Ciência não

³ Discussões mais recentes problematizam ainda o próprio termo “Natureza”, por esse sugerir uma abordagem da essência do conhecimento, o que não corresponderia totalmente aos objetivos de se abordar a construção social do conhecimento científico na Educação em Ciências.

podem ser transferidos naturalmente para a química, como ainda se faz em muitas pesquisas na Educação Química. Esse autor demonstrou que tais problemas são inadequados a uma epistemologia específica da química. Questões como incomensurabilidade, problema da indução, a questão do realismo, reducionismo são recolocados na química de forma muito diferente, quando não são falsos problemas (RIBEIRO, 2008).

Nesse sentido, Ribeiro (2014) destaca a necessidade de se considerar problematizações epistemológicas inerentes à química, tais como: a indefinição do caráter nomotético ou ideográfico (LAMZA, 2010); a ambiguidade da sua base ontológica, ao se constituir de substâncias ou reações; a dicotomia micro-macro ou até a tricotomia micro-macro-simbólico associadas ao discurso da química (PEREIRA, 1995; JOHNSTONE, 2006), as relações de afinidade altamente específicas (BERNAL; DAZA, 2010), as relações mereológicas parte-todo que exigem uma mereologia especial (EARLEY, 2006); as questões da redução e emergência e as relações de superveniência (NEWMAN, 2008), por exemplos.

Como dissemos anteriormente, a pesquisa sobre o uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências é um campo de conhecimentos consolidado há mais de quarenta anos, no qual se realizam investigações que exploram a promoção do uso da HFC na educação em ciências e na formação de professores de ciências. Tradicionalmente, a literatura da pesquisa nesse campo fez a aplicação de temas da Filosofia da Ciência em seus aspectos gerais, não considerando os traços e características específicas de um dado domínio de conhecimento científico em particular (ERDURAN, 2001, 2007, NIAZ; RODRÍGUEZ, 2001). Algumas dessas aplicações tomam por base questões que apresentam relativo consenso na Filosofia da Ciência, por exemplo: a rejeição da ideia de um método científico único e universal, críticas ao positivismo, a relação realismo-idealismo, racionalismo e empirismo, etc.

Ao longo desse tempo, algumas das grandes questões da filosofia da ciência foram colocadas sob um pano de fundo no qual se considerava a física como paradigma de Ciência. Quer dizer, as comunidades de filósofos da ciência tomaram outras disciplinas e seus resultados como os exemplos paradigmáticos a se analisar em termos do que se considerava ser a ciência modelo: a física (ERDURAN; SCERRI, 2002). Assim, a Química viveu uma situação paradoxal: ao mesmo tempo em que é considerada uma “ciência central”, ao nível das práticas, é marginal na discussão dos fundamentos conceituais e filosóficos.

É verdade que muitos químicos contribuíram para uma análise historiográfica da química, tais como, Hermann Kopp, Thomas Thomson, Claude-Louis Berthollet, dentre outros, e uma longa tradição da área de História da Química tem sido mantida. Apesar disso, o tratamento das dimensões filosóficas da química não recebeu a mesma atenção. A razão para essa omissão pode ser atribuída à falta de uma disciplina específica formalizada que assumisse o problema da natureza do conhecimento químico (ERDURAN; SCERRI, 2002).

Nos últimos anos têm sido redescobertos vários trabalhos filosóficos, que abordaram questões de interesse da química, realizados por pensadores clássicos como Aristóteles, Immanuel Kant, Georg Hegel, e Ernest Cassirer, tanto como os escritos filosóficos de renomados químicos como Benjamin Brodie, Justus Von Liebig, Wilhelm Ostwald, Frantisek Wald, Edward Caldin, Friedrich Paneth e Michael Polanyi (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013).

Antes da sistematização da área, na década de 1990, a química havia sido objeto de reflexão de pensadores como Pierre Duhem (1861-1916), Gaston Bachelard (1884-1962), Charles Sanders Peirce (1839-1914) e Michael Polanyi (1891-1976), entre outras produções pontuais como as de Kuhn (1970), Theobald (1976), Bunge (1982), Liegener e Del Re (1987), Hoffmann (1990), entre outros. Uma expressiva quantidade de trabalhos pode ser encontrada na revista italiana *Epistemologia* que, segundo Van Brakel (1999), é provavelmente o primeiro jornal no qual artigos sobre filosofia da química foram publicados com alguma regularidade.

Apesar dessa produção e da própria história de sucesso da química, a sua filosofia foi praticamente ignorada, em termos de um tratamento sistemático por uma comunidade de pesquisadores, sendo tais produções filosóficas levadas a cabo no marco da tradicional filosofia geral, filosofia da ciência ou, especialmente, da física. A autonomia da química nesse terreno, só apareceria após a consciência de que tal domínio havia sido negligenciado pela literatura da filosofia da ciência contemporânea (SCERRI; McINTYRE, 1997, VAN BRAKEL, 1999), ao contrário do que acontecia nas outras áreas, como Física, Biologia e Matemática. A Filosofia da Biologia, por exemplo, conquistou seu território já na década de 1970 (SCHUMMER, 2014).

Apesar da larga história da química, sua filosofia é considerada uma nova atividade intelectual, fato surpreendente devido à extensa e rica história como disciplina científica, além de sua relevante posição no contexto atual das ciências naturais. Surpreende também o fato de

que a complexidade e peculiaridades geradas por milhões de substâncias de diversas classes, que são formadas a partir de pouco mais de cem tipos de átomos, tenham sido ignoradas por tantas décadas (CHAMIZO, 2010).

A situação começou a mudar no início da década de 1990, quando filósofos da ciência, químicos e historiadores iniciam um processo de reflexão em torno do tratamento específico dos problemas inerentes às disciplinas científicas em particular, e especialmente, a química (SCERRI; McINTYRE, 1997, VAN BRAKEL, 1999). Tal mudança de perspectiva de análise constitui-se uma das razões que advogam o interesse por uma filosofia específica da química.

Enquanto reconhecimento de uma nova área de produção intelectual, o interesse por uma filosofia da química tem suas raízes nas transformações ocorridas no âmbito da Filosofia da Ciência. Recuando um pouco, a partir da década de 1960 configurava-se um novo paradigma na maneira de se analisar a ciência (LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010). Nesse campo, autores como Kuhn, Feyerabend e Hanson começam a questionar uma série de rígidas dicotomias que restringiam o horizonte de problemas e aspectos a considerar na análise crítica da atividade científica. Entre essas: a distinção entre contexto da descoberta e contexto da justificação, teoria e prática, entre normativo e descritivo, entre fato e valor, entre razão e emoção.

Segundo Lombardi e Rosa-Pérez (2010) esse movimento de mudança na Filosofia da Ciência se caracterizou pelo reconhecimento de que para entender o que é a ciência não bastava analisar seus produtos (teorias, hipóteses, modelos) e a maneira como se avaliam estes (contexto da justificação), senão que, também, era necessário examinar os modos e processos de produção. Segundo as autoras, esse olhar em direção às práticas e tradições experimentais é chamado de “giro experimentalista”, e foi especialmente reforçado pelo filósofo Ian Hacking nos anos 1980, o qual resultou especialmente favorável para o desenvolvimento da Filosofia da Química e sua inclusão, com identidade própria, no âmbito da Filosofia da Ciência.

Enquanto disciplina específica, ou seja, enquanto portadora de uma agenda programática de pesquisa, de um vocabulário padronizado etc, existe certo consenso quanto à origem da Filosofia da Química, tal como aponta Van Brakel (1999), que considera o ano de 1994 como o ano de nascimento dessa área, dada a realização da primeira conferência internacional de filosofia da química em Londres. Labarca, Bejarano e Eichler (2013), por sua vez, indicam o ano de 1997 como marco inicial da área, pois, foi nesse ano que um número

especial dedicado a Filosofia da Química foi lançado pela prestigiada revista de filosofia das ciências *Synthese*. Considera-se que a partir desse número especial, a filosofia contemporânea da química obtém visibilidade e é, então, estabelecida socialmente como um campo de investigação autônomo. Na atualidade, é o campo de maior crescimento na filosofia das ciências (RIBEIRO, 2014).

A fase de negligência chegou ao fim e a Filosofia da Química alcançou um estágio de maturidade (VAN BRAKEL, 2014), a ponto de alguns filósofos da química defenderem até mesmo uma autonomia da sua abordagem, separando-se da tradicional filosofia da ciência, que durante o século XX esteve sustentada na tradição fisicalista (SCHUMMER, 2003a, BAIRD; SCERRI; MCINTYRE, 2006). Assim, a Filosofia da Química emerge como um novo ramo da Filosofia da Ciência ao propor o exame da natureza distintiva do conhecimento químico, ou seja, agora a disciplina acadêmica que investiga teorias sobre a natureza do conhecimento químico é a Filosofia da Química (SCERRI; MCINTYRE, 1997, VAN BRAKEL, 1999, 2014, ERDURAN, 2007, entre outros...).

Alguns indicadores corroboram para a emergência e consolidação desse novo domínio de produção de conhecimento, dentre os mais importantes, o aparecimento de periódicos e eventos científicos especializados, além do aumento do número de livros, artigos e sociedades científicas que contribuíram para a consolidação desse campo. Para citar alguns marcos e conquistas da área, destacamos o fato de que os encontros anuais da *American Chemical Society* (ACS) têm direcionado seções para a discussão de problemas em filosofia da química; em 1995 surge um periódico especificamente voltado para publicações na área, o *International Journal for Philosophy of Chemistry* (HYLE); em 1999, foi publicada a primeira edição de mais um periódico dedicado à Filosofia da Química, o *Foundations of Chemistry*. Acrescente-se a criação da *International Society for the Philosophy of Chemistry* (ISPC), que realiza encontros anuais. Muitos livros já foram publicados sobre a discussão dessa área da Filosofia da Química e seu objeto de estudo, por exemplo, *The Philosophy of Chemistry* e *Philosophy of chemistry: Between the manifest and the scientific image*, ambos de Jaap Van Brakel; *The Philosophy of Chemistry: The Synthesis of a New Discipline*, dos autores Baird, Scerri, e McIntyre; *Periodic Table: its Story and Its Significance*, também de Eric Robert Scerri, dentre outras publicações.

Segundo Ribeiro, Pereira e Barreto (2011), apesar de existirem artigos de autores de outros países, a Filosofia da Química é primordialmente uma disciplina alemã (Joachim Schummer, Klaus Ruthenberg), americana (Eric Scerri, John Early, Marcus Reiher), e inglesa

(Rom Harre, Claus Jacob), tendo em Bernadete Bensaude-Vincent e Pierre Laszlo uma forte contribuição francesa e de Giuseppe Del Re uma contribuição italiana. É uma disciplina essencialmente acadêmica e seus protagonistas são, na grande maioria, químicos e filósofos. Nos Estados Unidos existem mais químicos do que filósofos, na França e Alemanha há mais filósofos e na Itália só há químicos. O jornal HYLE investiga a química por uma vertente mais prática, tendo investigado principalmente a centralidade dos modelos, a ética em química e as práticas da nanotecnologia e da biotecnologia. O jornal *Foundations of Chemistry*, por sua vez, tem uma vertente mais analítica, tendo investigado principalmente o problema do reducionismo, a ontologia e as explicações em química, notadamente, a tabela periódica.

A análise dos fatores que contribuíram para a negligência da Filosofia da Química, enquanto legítima área de produção de conhecimento nos revela muito acerca dos aspectos da natureza do conhecimento químico e a constituição dos temas de pesquisa na área. Van Brakel (1999, 2006), a partir da revisão bibliográfica de uma extensa literatura, buscou identificar as possíveis causas dessa negligência. O autor aponta alguns fatores (VAN BRAKEL, 1999): a proximidade da química com a tecnologia; as raízes históricas no pragmatismo e o desinteresse por questões metafísicas; a redução à física e o positivismo lógico – um dos principais fatores segundo ele; a ausência de uma questão filosófica fundadora; a ausência de uma teoria científica de relevo (teoria da evolução ou teoria da gravitação, como no caso da biologia e da física, respectivamente); a influência da mecânica na disciplinarização da filosofia; o legado kantiano e sua caracterização da química como arte sistêmica; a influência da física na profissionalização da Filosofia da Ciência; a característica da química de possuir pluralidade metodológica, padrões de racionalidade como a analogia e a abdução.

O reducionismo tem sido apontado como um dos principais fatores que retardaram o desenvolvimento desse campo de pesquisa (ERDURAN, 2001), particularmente, o reducionismo da química à física, especialmente à mecânica quântica. Dado ao grande poder preditivo dessa última, químicos, físicos e filósofos da ciência contemporânea acreditaram ser possível a redução da química a física. Nesse sentido, a química seria apenas uma ciência fenomenológica, pois, quando analisados em profundidade, os problemas filosóficos da química são problemas pertencentes à Filosofia da Física (LOMBARDI; LABARCA, 2007).

Essa concepção de reduzir a química à física ou à mecânica quântica e, associado a isso, a concepção da física como ciência paradigmática constituem as principais razões para o atraso no desenvolvimento desse campo, bem como a adoção de um realismo ingênuo de

corte externalista, segundo o qual existe uma única ontologia que constitui o objeto de estudo do nosso conhecimento (LABARCA, 2005).

A suposta diferença entre disciplinas fundamentais e fenomenológicas, citadas anteriormente, é fruto da tradicional hierarquia das ciências naturais enraizada no pensamento positivista do final do séc. XIX, no qual a física assume lugar de destaque como ciência “fundamental” e a química surgiria em um nível hierárquico inferior de classificação “fenomenológica”, como ciência que apenas descreve fenômenos e fatos aparentes (LOMBARDI; LABARCA, 2007).

As outras razões históricas apontadas por Van Brakel (1999, 2014) residem nos influentes pronunciamentos de Kant e, posteriormente, Paul Dirac⁴, acerca do *status* da química. A Filosofia da Química foi posta de “escanteio” no panorama das ciências por Kant, porque ela não estava baseada no conhecimento *a priori*. Embora, nos seus escritos póstumos, o pioneiro do idealismo tenha atenuado essa ideia, tal posição contribuiu para formar nos círculos filosóficos uma imagem pejorativa dos químicos (SCERRI, 1999).

Outra razão importante, apontada por Estany (2011), destaca que a Filosofia da Ciência se desenvolveu sob o predomínio do empirismo lógico, que concedia prioridade à ciência teórica. Dentro dessa acepção, a aproximação ao aspecto experimental da ciência – como fazem os químicos – estaria subordinada à teoria. Tal escolha paradigmática encontra suas raízes na perspectiva do fisicalismo, ou seja, o habitual reducionismo no qual a análise do estatuto científico de uma elaboração que aspirasse a ser considerada como tal, tinha que ser analisada desde a estrutura interna das teorias da física, na orientação metodológica que Newton discute em seu *Principia e Opticks* (BADILLO; MIRANDA, 2014). O fisicalismo dá prioridade ao conceito de lei, razão apriorística, axiomatismo e a uma separação entre linguagem observacional e teórica (EARLEY, 2004).

Para Galego-Badillo et al (2006), encontramos em Bachelard, e no seu *Materialismo Racional*, traços de tal concepção filosófica, pois, para o filósofo francês, a formulação da mecânica quântica representaria um divisor de águas para a ciência química, porque antes dela a química estava apenas em gestação – apesar da rica história da constituição da química estrutural na segunda metade do século XIX.

⁴ Quando propôs que a totalidade da química pode ser explicada pelas leis da física, especialmente as da mecânica quântica e de que, quando analisados em profundidade, os objetos de trata a química (os átomos, elétrons, moléculas) não passam de entidades físicas (DIRAC, 1929, p.714)

Na defesa de uma epistemologia própria da química, alguns filósofos da química têm elaborado argumentos em oposição a tal fisicalismo (IZQUIERDO-AYMERICH, 2010; LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010). Badillo e Miranda (2014) irão defender a característica distintiva da química tanto em sua construção histórica como metodológica. Concordamos também com o argumento de Bachelard da defesa de uma dispersão filosófica, ou de um pluralismo filosófico da filosofia das ciências, que implica, portanto, que os diferentes problemas do pensamento científico deveriam receber diferentes coeficientes filosóficos, e de que cada hipótese, cada problema, cada experiência, cada equação exigiria a sua própria filosofia (BACHELARD, 1977).

A partir dessas considerações, pode-se afirmar que a Filosofia da Química, enquanto subdisciplina da Filosofia da Ciência aborda questões decorrentes dos métodos, conceitos e ontologia exclusivos para a química e para a pesquisa química, bem como a questões tradicionais da Filosofia da Ciência, sob uma perspectiva química (CHAMIZO; CASTILLO; PACHECO, 2012). Van Brakel (2014) discute inclusive sobre como a Filosofia da Química poderia contribuir e até mesmo mudar a face da Filosofia da Ciência, ou seja, como as características peculiares da química podem contribuir para o campo da Filosofia da Ciência, principalmente, quanto aos aspectos relativos à problemática da variedade de materiais, naturais e artificiais, com os quais a química lida e introduz no mundo. Essa mudança de foco nos direcionaria à explicação da grande variedade de materiais e suas relações, ao invés de focar na redução de tudo a uma única matéria fundamental de átomos e, além disso, o destaque a mudança, a síntese, as transformações e transições ao invés da descrição do mundo como ele é.

Os temas de interesse nessa área são diversos e foram se articulando inicialmente, com base na necessidade de se defender a autonomia da própria Filosofia da Química. Podemos destacar os primeiros debates sendo orientados a discutir o reducionismo e o problema da superveniência, o realismo e metafísica das entidades químicas, o caráter das leis químicas, dos modelos e explicações, e também de questões relacionadas à ética, estética e imagem pública da química (SCERRI; McINTYRE, 1997, LABARCA, 2005; LEMES; PORTO, 2013).

Dentre as preocupações filosóficas desse domínio, o reducionismo figura como o tema mais tratado na literatura em Filosofia da Química. Por reducionismo, entende-se o processo de unificação da ciência no qual se derivam princípios de uma ciência à outra (CHAMIZO, 2010). Quando se aprofundam as definições para a Química se observam contradições que

encerram um problema de fundamentação no que se refere ao objeto de estudo da disciplina e, um atual problema de interpretação (científico-filosófico e não apenas científico): a química se ocupa de substância, de moléculas e de átomos. Mas o que é uma substância, uma molécula e um átomo e como se relacionam entre si? O problema da redução levanta muitas questões sobre a estrutura do conhecimento químico (ERDURAN; SCERRI, 2002). Nesse sentido, convém questionar se a redução é ontológica ou epistemológica.

A redução ontológica refere-se à dependência ontológica das entidades, propriedades e regularidades de um estrato de realidade sobre as entidades, propriedades e regularidades de outro estrato, considerado ontologicamente fundamental. O reducionismo ontológico seria então uma tese metafísica que postula a prioridade ontológica de um certo nível de realidade, ao qual, todos os outros níveis reduzem direta ou indiretamente (LOMBARDI; LABARCA, 2007).

Esse tipo de reducionismo se manifesta, dentre outras coisas, no privilégio que se dá ao definirmos as ideias centrais da química com base nos princípios fundamentais da física, na elaboração de explicações das propriedades e fenômenos químicos, baseados nas propriedades físicas essenciais (massa, tamanho, forma, carga, movimento) da matéria primordial (átomos, elétrons, prótons) (TALANQUER, 2010). É como se, implicitamente, se aceitasse que a única forma de validar o pensamento químico no currículo escolar é através de sua redução a princípios físicos que permitem sua matematização ou modelagem a partir das leis físicas fundamentais.

A redução epistemológica se refere à relação entre teorias científicas: uma teoria pode ser reduzida a outra quando ela pode ser deduzida desta última. O reducionismo epistemológico é uma tese segundo a qual a ciência pode ser, ou deveria ser, unificada pela dedução de todas as teorias científicas de uma teoria privilegiada (LOMBARDI; LABARCA, 2007).

Em ambos os casos, como dissemos, a questão da redução levanta inúmeras questões sobre a estrutura do conhecimento químico. A defesa da autonomia da química se orienta a dois caminhos: primeiro, a necessidade de se buscar bases históricas que possam subsidiar o argumento de que diferentes tradições marcaram a evolução da química e da física; em outra direção, destaca-se a impossibilidade de redução de alguns conceitos químicos (por exemplo, composição, ligação e estrutura molecular) e propriedades (exemplo, a quiralidade) à física fundamental (LOMBARDI; LABARCA, 2007).

Um importante debate em torno desse tema pode ser encontrado na literatura da área, no sentido de diferenciar a redução ontológica da redução epistemológica quando aplicada ao problema da relação entre química e física. De um lado, alguns autores argumentam a favor da impossibilidade de redução epistemológica da química à física, mas, atestam a redução ontológica, no sentido de que, se examinadas em profundidade, as entidades químicas não são mais do que entidades físicas (por exemplo, SCERRI; McINTYRE, 1997). Por outro lado, há aqueles que defendem a autonomia ontológica (por exemplo, LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010).

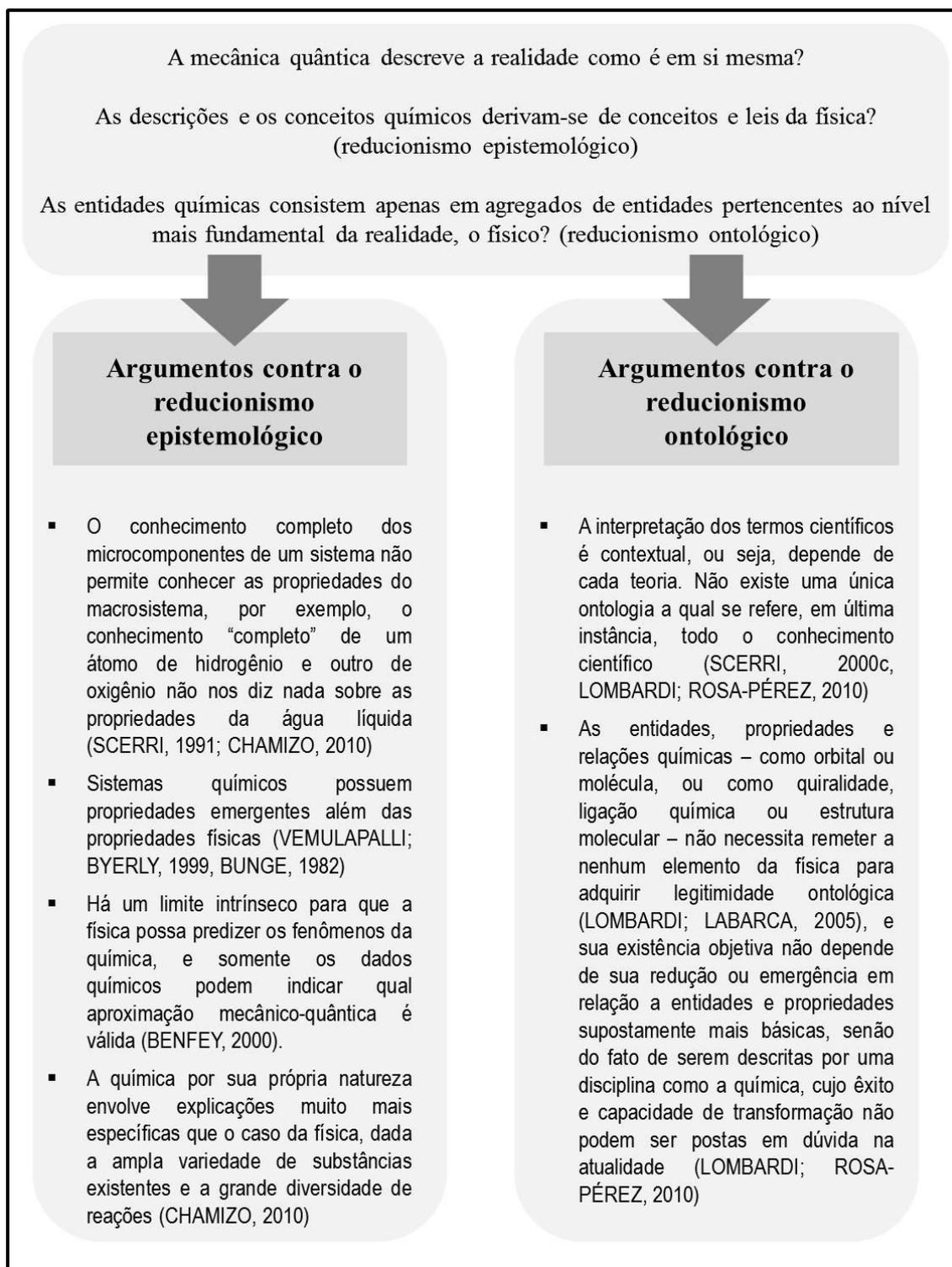
Para citar outros exemplos, autores como Vemulapalli e Byerly (1999) argumentam que mesmo a redução epistemológica falha em casos relativamente simples, como no exemplo de que, em geral, as propriedades de um sistema químico não podem ser explicadas em termos das propriedades dos microcomponentes físicos; e mesmo quando as propriedades de um macro-sistema químico podem ser derivadas daqueles microcomponentes, isso requer suposições adicionais relacionadas com o fenômeno macroscópico.

Lombardi e Labarca (2007) trazem outro exemplo relacionado ao equilíbrio de sistemas de multicomponentes não ideal, no qual sinalizam que, embora exista um método para relacionar as propriedades de um sistema às atividades de seus componentes, os valores numéricos das atividades individuais devem ser derivados empiricamente de experimentos sobre o sistema ou por outros caminhos teóricos. Para esses autores, fica evidente que a redução de toda a química a física é impossível.

No centro das discussões acerca da autonomia ontológica da química está a questão: por que a química é uma ciência “secundária”? A autonomia dessas ciências secundárias poderia ser consistentemente defendida ao se tratar de níveis de realidade autônomos, embora relacionados, logo, cada ciência e cada teoria operaria, assim, em seu próprio nível ontológico (SCERRI, 2000a). Tal perspectiva abre um caminho para a defesa de um pluralismo ontológico, no qual os conceitos utilizados na química dependeriam somente da teoria que os constituem e não mais de um nível mais fundamental de realidade (LOMBARDI; LABARCA, 2007, LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010).

Na figura 1, apresentamos uma síntese dessas principais questões em torno da autonomia da química e algumas das respectivas respostas em forma de argumentos contrários ao reducionismo epistemológico e ontológico.

Figura 1 – Principais questões em torno da autonomia da química e respostas ao reducionismo epistemológico e ontológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro problema discutido na Filosofia da Química, relacionado ainda ao reducionismo, são as leis da química (SCERRI; MCINTYRE, 1997; CHRISTIE; CHRISTIE,

2003; VIHALEMM, 2003; TOBIN, 2013). As principais questões desse campo de trabalho se orientam pela reflexão sobre questões como: o que são as leis químicas? Elas possuem alguma peculiaridade que as diferenciem das leis da física? A química possui leis naturais? A habilidade de formular leis é uma propriedade inerente de uma ciência autônoma? (VANCIK, 1999). A lei periódica tem o mesmo sentido de lei que as leis de Newton? Esse último caso é um bom exemplo de lei da química estudada, discutida e objeto de debate entre alguns pesquisadores da área (SCERRI, 2001; PUTZ, 2011).

O caráter científico da tabela periódica dos elementos tem sido objeto de uma exaustiva análise filosófica (VIHALEMM, 2003, SCERRI, 2001). Uma questão central sobressai: a lei periódica dos elementos constitui uma lei científica no mesmo sentido das leis da dinâmica da física clássica? A consideração de que as leis da física devem ser admitidas como paradigma de lei natural implica, sem dúvida, que a lei periódica não é uma lei legítima da natureza e, portanto, admite-se uma subordinação do mundo químico à legalidade física (LABARCA, 2005). Um dos investigadores desse campo que tem se debruçado especificamente sobre essa questão é o filósofo americano Eric Scerri, que destaca que a lei periódica, contrariamente às apresentações dos tradicionais livros-texto, não pode ser completamente reduzida à mecânica quântica (SCERRI, 2001).

A natureza distintiva do conhecimento químico pode ser expressa no tratamento da relação macroscópico-submicroscópico do seu objeto de estudo, no uso dos modelos e na modelagem, que é outro tema de interesse da Filosofia da Química. O papel dos modelos na química foi subestimado desde a formulação da teoria quântica, havendo um afastamento dos aspectos qualitativos e descritivos da química em direção à química quântica. Tal movimento surge, mais uma vez, como um reflexo do projeto reducionista, no qual, o foco nos modelos químicos, como modelos da física, subestima a diversidade e a complexidade dos modelos na química. Somente em anos recentes uma oposição à química quântica trouxe de volta a importância de pensar o lugar dos modelos na química. (ERDURAN, 2001; EARLEY, 1998; LASZLO, 2000; DEL RE, 2000; ADÚRIZ-BRAVO, 2013; CHAMIZO, 2013b).

Não é novidade que muitos estudantes pensam serem os modelos como fotografias ou cópias da realidade. Tendências no tratamento dos modelos na Educação em Química sinaliza a necessidade de repensar o ensino e a aprendizagem de química de modo a abranger a sua epistemologia, na qual, uma contribuição potencial pode ser dada pela Filosofia da Química (ERDURAN, 2001).

Um exemplo típico que ilustra essa preocupação são as insistentes notícias veiculadas pela mídia e outros meios de divulgação científica de que orbitais foram vistos, ou reações químicas foram fotografadas. O caso do conceito de orbital, desde a mecânica quântica, carece de significado no mundo real, já que tal entidade não existe em si, mas, como modelo de uma função de onda (LOMBARDI; LABARCA, 2007). Esse conceito, central no ensino de química e do qual depende a discussão das ligações químicas, da estrutura e reatividade, precisa ser tratado em profundidade.

Outro campo de trabalho na Filosofia da Química é o interesse filosófico na metafísica das entidades químicas, em particular do conceito de estrutura molecular (DEL RE, 1998; ZEIDLER, 2000). Alguns autores advogam uma interpretação realista do conceito, enquanto outros o tratam como uma “metáfora iluminadora”. A origem do conflito acerca da interpretação do conceito de estrutura molecular se encontra na leitura interpretativa da mecânica quântica. De fato, desde um ponto de vista quântico, a noção de estrutura carece por completo de significado, dada a indeterminação da posição e da trajetória dos componentes moleculares. Entretanto, ao mesmo tempo, o conceito de estrutura molecular ocupa um lugar central nas explicações químicas, em se tratando de uma questão tão básica como a identidade das moléculas (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013). Uma contribuição importante nessa discussão é a que fazem Lombardi e Labarca (2005), ao propor que conceitos como os de estrutura molecular, quiralidade, orbital ou molécula não dependem de sua redução ou emergência a respeito de entidades e propriedades supostamente mais básicas, senão do fato de serem descritas por uma disciplina como a química, cujo êxito e capacidade de transformação ninguém põe atualmente em dúvida. Outro bom argumento é o de que a espinha dorsal da teoria molecular provém da química do século XIX, tendo sido postulada antes do advento da mecânica quântica (WEININGER, 1984).

Sobre o tema da ética na Filosofia da Química (SCHUMMER, 2001; DEL RE, 2001; KOVAC, 2001), destaca-se que, pelo fato da química produzir conhecimentos e ter na síntese de novas moléculas uma de suas características peculiares, isso requer certo cuidado na medida em que se introduz no mundo natural materiais complexos que antes não existiam. Nesse sentido, algumas questões são importantes, tais como: quem é responsável por esse conhecimento? qual a responsabilidade do químico sintético em relação ao que produz? De quem é o conhecimento? Quem é o responsável pelos produtos do conhecimento químico? O que dizer sobre plágio e replicação de trabalhos da mesma natureza? E sobre o autoplágio?

(LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013). Além disso, são igualmente importantes as questões sobre os critérios utilizados para se definir o financiamento das pesquisas, etc.

Essa problemática também tem relação com a discussão sobre a imagem pública da química – outra linha de investigação nesse campo (LASZLO, 2006; SJÖSTRÖM, 2007) – a qual é dirigida por questões voltadas para se compreender: qual a visão que as sociedades atuais têm de nossa ciência? Ela preza pela boa imagem? Ou a imagem da química junto à sociedade é associada a ações deletérias como poluição, radiação e de interferência no chamado “mundo natural”? (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013).

Estética na química é outra linha temática que tem despertado o interesse dos filósofos da química (LASZLO, 2003; ROOT-BERNSTEIN, 2003; SCHUMMER, 2003a). Esse tema tem recebido interesse em virtude de que o conhecimento químico implica aspectos de natureza estética, tanto externos como internos, gerados pelos produtos químicos. E esses aspectos podem inclusive influenciar as escolhas dos químicos em relação às suas áreas de pesquisa, pois as formas, cores, cheiros e sabores motivam seus interesses (LEMES; PORTO, 2013). Na visão de Van Brakel (2014), a química poderia trazer até mesmo uma importante contribuição à estética, tomada em sentido geral.

Dirigindo a atenção para outro lado dessa dimensão estética e artística, o desenvolvimento da temática tem sido tão considerável, a ponto de, mais recentemente, Rulev (2015) propor o surgimento de um novo ramo da química, que o autor chama de *Pegniochemistry*. O termo *pegnio* deriva de uma palavra grega relacionada a “divertimento”, “gracejo”. Sendo assim, nesse ramo seria explorada a descrição figurativa de experimentos, estilos de comunicação dos artigos fora dos padrões usuais, informando curiosos erros experimentais, o uso de substâncias nada triviais, a investida na síntese de moléculas exóticas, com estruturas equivalentes a, por exemplo, o símbolo da cruz grega presente na bandeira da Suíça, ou a estrela de Davi na bandeira de Israel, nomeadas como Helvetano e Israelano, respectivamente (DINSBURG, 1982 citado por RULEV, 2015). Dentro dessa dinâmica criativa, Chamizo (2010) também mostra algumas belas e hipotéticas moléculas a serem sintetizadas.

Na figura 2, apresentamos uma síntese de algumas das principais questões que fazem emergir problemas e linhas temáticas de pesquisa na Filosofia da Química.

Figura 2 – Algumas das principais questões e linhas temáticas de pesquisa na Filosofia da Química.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme dissemos mais cedo, é verdade que temos já mais bem desenvolvidas a Filosofia da Física, da Biologia e da Matemática, e que somente nos últimos 20 anos a Filosofia da Química surgiu com subdisciplina da filosofia da ciência contemporânea. Entretanto, é essa subdisciplina que tem experimentado um crescimento mais rápido em comparação às outras (LABARCA, 2005). Tal crescimento, segundo Shummer (2006), expõe uma agenda de trabalho muito extensa dessa emergente disciplina que obrigará a Filosofia a repensar a si mesma e a levará a redefinir muitos de seus problemas centrais à luz do conjunto de informações que está sendo gerado a partir das análises filosóficas da química.

Finalizando esse panorama da área, destacamos os desafios que a Filosofia da Química deveria enfrentar no século XXI, enumerados por Estany (2011), quando discute as razões para a falta de interesse da Filosofia da Ciência para com a química: uma reflexão filosófica da química, sem a restrição do reduccionismo, dado o desenvolvimento da química teórica; das ciências para as quais boa parte da base teórica é proporcionada pela química, tais como, a

farmacologia, a medicina, as ciências ambientais; um aprofundamento dos estudos, históricos e atuais, da filosofia das ciências experimentais, já que esta constitui alicerce para a Filosofia da Química; incrementar a visibilidade da química naqueles campos em que ela faz parte; uma reflexão ética das aplicações industriais, ou seja, uma quimioética.

2.2 ASPECTOS DA NATUREZA DO CONHECIMENTO QUÍMICO

Apesar de recente, a produção intelectual no campo da Filosofia da Química tem contribuído para gerar ideias acerca da natureza da química e para orientar a identificação de características distintivas do conhecimento químico. Essa produção procura analisar princípios e temas característicos do modo de pensar, operar e comunicar da *praxis* química, transversais à história, epistemologia e ao ensino dessa ciência (RIBEIRO, 2014).

Em um artigo publicado na *Science & Education*, Ribeiro e Pereira (2013) defendem uma caracterização da química marcada por um pluralismo nos domínios ontológico, epistemológico, metodológico e axiológico. Essa pluralidade constitutiva nos auxilia na compreensão dos debates realizados no âmbito da Filosofia da Química, a começar pela defesa de sua autonomia. Na análise dos autores, é por causa desse pluralismo constitutivo que a química é marcada por vários estilos de pensamento (razão prática e teórica, heurístico, diagramático, processual, relacional), vários recursos cognitivos (classificação, visualização, intuição, imaginação), e vários valores pessoais e culturais (estéticos, inovativos, criativos e utilitários).

Começando pela análise do pluralismo ontológico, a ontologia química considera a sua caracterização como ciência das substâncias e dos processos, a discussão da natureza dos conceitos químicos e questões sobre a referencialidade dos tipos químicos. Destaca-se nesse domínio, o conflito das unidades básicas da química serem tanto substâncias quanto processos, quer dizer, as reações que ocorrem entre elas. Autores como Stein (2004), Lombardi e Labarca (2005) discutem mais profundamente esse tipo específico de pluralismo.

Lombardi e Labarca (2005) propõem o pluralismo ontológico como uma possibilidade limite da autonomia da química frente às outras ciências. Os autores apresentam argumentos orientados pela ideia de que cada ciência opera em seu nível ontológico, isto é, cada esquema conceitual constitui sua própria ontologia (LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010), em recusa ao reducionismo da química à mecânica quântica. Lombardi e Rosa-Pérez (2010) argumentam ainda que as entidades, propriedades e relações químicas como o conceito de orbital ou molécula, ou como quiralidade, ligação química ou estrutura molecular não necessitam

remeter a nenhum elemento da física para adquirir legitimidade ontológica. Van Brakel (2000 citado por LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010, p.206) irá assinalar que um mesmo evento pode ter uma descrição física, como também uma descrição química, sem haver uma descrição privilegiada. O autor aponta ainda que se fosse demonstrado que a mecânica quântica estava errada, isso não afetaria o conhecimento químico acerca da estrutura molecular, a ligação química ou a quiralidade. Esse pluralismo ontológico nos permite evitar o prejuízo de supor uma prioridade ontológica do domínio físico que, por sua vez, traria um prejuízo metafísico.

A discussão sobre a ambiguidade da base ontológica da química pauta-se na sua característica de constituir-se de substâncias ou reações. A escolha da mudança ou transformação como base ontológica encontra sustentação na Filosofia de Processo de Whitehead (1978). As relações de afinidade altamente específicas que caracterizam a química não ocorrem em outros domínios da ciência, por exemplo, a mecânica, onde a atração entre corpos depende de uma qualidade que não é específica, a massa. Na eletricidade, a atração ou repulsão dependem também de uma qualidade não específica, a carga elétrica (BERNAL; DAZA, 2010).

A defesa de um pluralismo ontológico (LOMBARDI; LABARCA, 2005; LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010), também é útil para sustentar uma ontologia que não se prende apenas aos níveis das partículas fundamentais, como o faz a tradição fisicalista, mas que reconheça a existência de estruturas a todos os níveis, desde que dotadas de poder causal. Assim é que surgem como “entidades químicas” os tradicionais compostos, as estruturas dissipativas em sistemas abertos longe do equilíbrio, tais como as chamas, bem como certos ciclos de reações autocatalíticas que estão na base da auto-organização e, de uma forma geral, as estruturas coerentes, cujas propriedades funcionam como um grupo, e que exibem fechatura (DEL RE, 1998, EARLEY, 2006). As relações parte-todo, que também caracterizam a química, necessitam de uma mereologia especial já que as suas partes, os átomos, perdem as suas características ao se combinarem. A proposta de Earley (2006), baseada na Teoria dos Grupos, propõe uma mereologia química que se define por entidades que exigem uma propriedade designada por fechatura e constituem um grupo, tais como, moléculas, cristais, estruturas dissipativas, quer dizer, um objeto matemático que exhibe simetria especial e/ou temporal.

Tradicionalmente, esse problema das relações parte-todo tem sido inserido em uma mereologia aditiva, isto é, o todo pode ser identificado como a soma das partes, ou o todo

pode ser entendido como um conjunto. Esse problema também está presente nas discussões que envolvem o emergentismo e o reducionismo (RIBEIRO, 2014). Dentro do debate da estrutura lógica da química, estamos no debate da ontologia emergentista.

O caráter emergente que identifica a Química (LUIZI, 2002) é dado porque o todo não resulta da simples combinação das propriedades dos componentes individuais. Pelo contrário, o resultado da interação entre partes, quando essas partes estão em uma configuração determinada, é a geração de propriedades supervenientes. A superveniência, comumente definida na filosofia como uma relação de dependência assimétrica entre conjuntos de propriedades é um dos argumentos epistemológicos para a autonomia da química. A superveniência, em resumo, refere-se à visão de que a identidade microscópica garante a identidade macroscópica, mas, não vice-versa (SCERRI, 2000a).

Erduran, Adúriz-Bravo e Naaman (2007) argumentam que a compreensão da relação entre o nível macroscópico e (sub) microscópico (atômico-molecular) na química pode ser facilitada a partir da inserção de argumentos fundamentados na perspectiva da superveniência, fornecendo subsídios epistemológicos e ontológicos para a distinção dos diferentes níveis entre os quais a química transita. Da relação de superveniência dos diferentes níveis de descrição e análise da química surge a necessidade fundamental do uso de modelos como recurso metodológico de explicação. Revisando o significado físico dos modelos de orbital molecular e da ligação de valência Scerri (2000b, 2006) chega à conclusão de que sua realidade é somente matemática. Em outro texto anterior, esse autor trata da impossibilidade de redução da lei de periodicidade à mecânica quântica (SCERRI, 1997).

A química lida, portanto, com propriedades materiais, objetos empíricos e relacionais, aproximando o conhecimento químico de uma estrutura reticular (SCHUMMER, 1998), já que, nesse domínio, é necessário: um conhecimento sistemático ao nível experimental; uma clarificação das espécies químicas e das propriedades materiais, que são dependentes da instrumentação química; uma série de sistemas de classificação das espécies químicas, não passíveis de inferências dedutivas e uma fundamentação apoiada na teoria das fórmulas estruturais. Schummer (1998) irá considerar que o conhecimento químico pode ser entendido logicamente como uma rede de relações onde o núcleo da química são as propriedades materiais, e as substâncias são como os “nós” dessa rede.

Em relação ao pluralismo epistemológico, Ribeiro (2014) destaca o embate entre o construtivismo projetivo e o positivismo, sendo refletido tanto no uso de conceitos

observáveis como não observáveis, além de questões de fundo reducionistas. O debate aqui é orientado por questões relacionadas às características das explicações químicas, e sua distinção como ciência diagramática, classificatória e experimental (RIBEIRO, 2014).

Como havíamos dito, o problema da redução levanta questões cruciais sobre a estrutura do conhecimento químico (ERDURAN; SCERRI, 2002). Com a interpretação da mecânica quântica para a ligação química, a química teria sido reduzida à física. Scerri (1997), por sua vez, apresenta argumentos para sustentar a tese de que a formulação da lei periódica não obedeceu a um processo de axiomatização, e inclusive até mesmo as cinco leis centrais da química não têm a mesma origem das leis da física. O raciocínio teórico da química é marcado por uma postura pluralista e pragmática no uso dos seus modelos. Isso difere da compreensão de muitos filósofos da ciência que ainda acreditam que um modelo científico é uma interpretação semântica do formalismo matemático de uma teoria (SCHUMMER, 2014).

É importante destacar ainda que a química é caracterizada por um realismo operativo (BENSAUDE-VINCENT, 2009). Hoffmann (2007) considera que o trabalho com transformações químicas ajuda a reforçar esse realismo químico, de modelos concretos ao invés de equações matemáticas, como acontece no caso dos orbitais. Por essa razão, Hoffmann (2007) defende que é difícil não acreditar que a estrutura de um composto é mesmo de uma determinada maneira se, a partir daquela estrutura e propriedades conhecidas, consegue-se prever a formação de outra substância e, logo após, consegue-se sintetizar essa nova substância e ter evidências experimentais de que a estrutura prevista foi alcançada. Entretanto, como destaca Vihalemm (2007), tal realismo químico é o realismo prático e contextual ao invés do realismo ingênuo.

No domínio diagramático⁵, especificamente com relação à linguagem química, Laszlo (1999) expõe duas características importantes dos conceitos químicos que são a circularidade e a dualidade. Exemplos de dualidades conceituais na química são: forte-fraco, eletrófilo-nucleófilo, eletronegativo-eletropositivo, ácido-base, oxidante-redutor etc. Sobre a questão da circularidade, o autor exemplifica dizendo que é impossível definir o que é ácido sem definir o que é base e vice-versa. Para Laszlo (1999), a circularidade e dualidade dos conceitos em

⁵ Esse domínio se caracteriza pela linguagem específica utilizada em química, não somente para a comunicação, mas também como uma ferramenta heurística para a previsão e explicação. O termo faz referência ao uso de diagramas, imagens, mapas, esquemas que caracterizam uma linguagem simbólica e icônica em química.

química, que ele considera como sendo uma herança da alquimia na química, é uma razão para a dificuldade de pensar a química como uma ciência dedutiva.

Continuando essa caracterização, em debates mais recentes, Lamza (2010) fornece um novo olhar sobre as relações entre as disciplinas estudando fenômenos químicos, biológicos e físicos diacronicamente, ao invés de sincronicamente, e assinala a classificação das substâncias como um dos principais objetivos e meios da química. As fórmulas químicas, de fato, são, em grande medida, representações visuais e lexicais de esquemas classificatórios que resumem seu conhecimento sobre reatividade. E esses esquemas classificatórios são muito peculiares na sua recursividade: assim como a identidade da substância é determinada por suas relações com outras substâncias e não por suas próprias qualidades em isolamento, ao construir as classificações químicas, a mesma abordagem conduz a um sistema de emaranhados, no qual nenhuma classe pode ser definida em isolamento (BERNAL; DAZA, 2010). É importante destacar que tal característica relacional havia sido apontada por Bachelard (2009) em seu *Le Pluralisme cohérent de la chimie moderne* quando argumentava que as substâncias químicas são inteiramente relativas umas as outras e já não apenas por suas qualidades isoladas.

O pluralismo metodológico é praticamente um consenso na Filosofia da Ciência (FEYERABEND, 1977), e na química, até mesmo os métodos de análise e síntese, tidos como centrais no trabalho químico podem variar em certos aspectos. Podemos citar como exemplos de autores que desenvolveram suas ideias nesse domínio, Vihalemm (2007) e Schummer (1999).

Schummer (2004), ao analisar 300 artigos de pesquisa em química no período de 1980 a 1995, buscando discutir a questão de como os químicos realizam experimentos, observou que tal trabalho compreende duas atividades principais, a análise e a síntese. A síntese foi a atividade majoritária nos artigos analisados por ele, que discute que os experimentos em química não são ferramentas para avaliar teorias, em vez disso, as teorias são ferramentas experimentais para explorar o novo.

Em um estudo cienciométrico anterior, Schummer (1997a, 1997b) havia identificado que a grande maioria dos artigos científicos publicados em química se referiam à síntese de novos materiais. Esse fato traz consigo uma interessante reflexão acerca dos limites do conhecimento químico e, nesse sentido, Schummer (2010, p.176) irá expor um paradoxo do conhecimento ao analisar a síntese química. Como argumenta o filósofo alemão, a síntese de

novas substâncias aumenta o escopo do conhecimento possível (o número de propriedades indeterminadas, ou “não conhecimento”) mais do que o escopo do conhecimento real (o número de propriedades conhecidas), logo, como o conhecimento possível é maior que o conhecimento real, conclui-se que a química, através da síntese, produz muito mais “não conhecimento” do que conhecimento.

Tanto Bachelard (2009) quanto Schummer (1999) caracterizam a química por um materialismo ordenado e erudito inscrito em um paradoxo em termos da investigação da unidade e do trabalho de diferenciação, sendo essa unidade ordenada pela complexidade. Para Schummer (1998), ciências materiais, como a química,

“(…) não têm ambição para generalizações metafísicas. Entretanto, procuram por um sistema sutilmente sofisticado de conceitos materiais, de forma a descrever, tanto quanto possível, a diversidade de fenômenos materiais com precisão e sem ambiguidade. Um conjunto de conceitos materiais é um sistema de classificação, se cada conceito permite, pelo menos, uma discriminação binária de fenômenos materiais e todos os conceitos são logicamente independentes uns dos outros. Essa classificação não é (nem pode ser) dedutivamente inferida a partir da "essência desmaterializada da matéria". Em vez disso, ele é (e deve ser) desenvolvido a partir de alguns conceitos de material primitivo passo a passo através da diferenciação do conceito e introdução, por meio da verificação empírica, para o seu poder real de discriminação.” (SCHUMMER, 1998, p.132, tradução nossa)

As sínteses químicas, principal atividade da química, segundo os autores citados até aqui, são essencialmente uma atividade criativa. Lefrève (2012) caracteriza a química como uma ciência criativa. A síntese química torna, portanto, a química, uma ciência única, pois, ela produz o objeto que investiga. Ao contrário de outros ramos da ciência, os produtos científicos da síntese química não são meramente ideias, mas, substâncias que mudam o mundo material, para o benefício ou prejuízo da humanidade (VAN BRAKEL, 2014). Como nos afirma Schummer (2010, p.177), mais que descrever o mundo, a química desenvolve um entendimento do mundo pela mudança do mundo. Essas características interventivas e o empirismo ativo tem sido a marca prioritária da química. Relativo a esse aspecto, Van Brakel (1999) aponta que a química é uma ciência fortemente inscrita em esquemas classificatórios, já que os químicos são mais inclinados a serem instrumentalistas ou pragmatistas que cientistas realistas à procura de leis universais.

Acerca do caráter das leis químicas, Friedrich (2004) destaca a necessidade das aproximações na ciência, de modo geral, e na química, em particular, principalmente quando

se está lidando com muitos corpos. O autor defende que, na química, quando se lida com muitos corpos, todas as leis são aproximadas, o que vem a exigir modelos qualitativos. Christie e Christie (2003) defendem que as leis químicas não obedecem a regras e exibem certas peculiaridades. Nesse sentido, práticas de classificação são, de fato, essenciais para a química, porque é uma ciência que lida com centenas de milhares de substâncias diferentes que devem ser identificadas e ordenadas em um ou outro quadro taxonômico (LEFRÈVE, 2012).

Sobre essa característica central da síntese química, Bachelard (1984) defendia que a descrição de substâncias obtidas pela síntese constitui uma descrição normativa, metodológica e claramente crítica, no sentido de legitimar um racionalismo químico. Para Bachelard (2009), o conhecimento químico cresce por ideias sistemáticas, ou seja, ideias que possam dar ordem, princípios de classificação e ordenação da pluralidade. Sendo pelo próprio número acrescido de substâncias que se institui a ordem. Na sua obra “Novo Espírito Científico”, o filósofo francês afirma que na escrita do seu *Pluralisme cohérent de la Chimie moderne* tentou-se mostrar que foi por um crescimento sistemático do pluralismo que a química encontrou suas bases racionais e matemáticas (BACHELARD, 2008, p.158).

Bachelard escreveu sobre a química tecendo inúmeras análises filosóficas da mesma, no entanto, convém destacar que sua discussão se fundamenta no desenvolvimento histórico da ciência, especialmente, a física do séc. XX, contexto no qual estava inserido o autor. Ao olhar para a teoria da relatividade e para a mecânica quântica, o autor destaca a característica abstrata e matemática com que a ciência lida com os objetos teóricos distanciados do real imediato. Bachelard (2009) afirmava que a generalização em química é mais gratuita e, portanto, mais perigosa que a generalização de ordem mecânica, razão pela qual o estudo do geral seria muito mais obscuro em química do que em física.

Ao abranger aspectos quantitativos, mas, em estreita relação com as qualidades (mudança de cor, liberação de energia, ou gás, etc.) e conceitos classificatórios (ácidos e bases, por exemplo), a química se diferencia de muitos conceitos físicos que são de natureza matemática (ERDURAN; SCERRI, 2002), que não têm uma referência intuitiva na realidade, sendo, portanto, mais caracteristicamente teóricos. Caldin (2002) afirma que a química pode ser caracterizada como uma ciência natural, física e experimental. Uma ciência natural, por causa dos tipos de questões que investiga, do ponto de vista filosófico. Uma ciência física porque lida com a matéria inanimada e usa da medição como ferramenta fundamental. E, uma ciência experimental, pois, mesmo sendo desenvolvida com um poderoso corpo teórico, as

teorias dependem dos experimentos para o seu avanço. Conforme dissemos, uma característica mais específica da química é que o seu desenvolvimento não consiste meramente de novas explicações, teorias, e do refinamento da metodologia, mas também na produção de novos materiais (VAN BRAKEL, 2014).

Schummer (1997c) caracteriza a química como a ciência das relações peculiares que constrói seu conhecimento em ou através de uma “rede de relações” entre as substâncias, consideradas como “atores químicos”, em outras palavras, uma ciência relacional, distinta da física, por exemplo, que opera de maneira diferente (SOUKUP, 2005). A química lida com relações estabelecidas entre as substâncias, e que essas sejam submetidas a uma mudança radical (SCHUMER 1998). Assim, as propriedades químicas são relacionais.

Em síntese, a química é uma ciência com características classificatórias, visuais, imagética e diagramática (VIHALEMM, 2007; SCHUMMER, 1998). Ao enfatizar o papel diagramático, Laszlo (2013) defende o ensino de química como o ensino de uma língua. A explicação estrutural na química orgânica, baseada em diagramas, é tão eficiente quanto a matemática, e tal caráter de razão diagramática tem sido largamente usado (WOODY, 2000). Também suas explicações, baseadas em mecanismos de reações, têm sido a forma mais eficiente de previsão, sistematização e organização do conhecimento, potencializando a eficiência das sínteses químicas e uma agenda científica mais produtiva na ciência da atualidade (RIBEIRO, 2014).

Por fim, o pluralismo axiológico da química surge como consequência dos diversos valores que estão associados à prática científica (ECHEVERRIA, 2003), e na química, em particular, isso é relativamente contundente em função da forte relação entre os variados contextos de atuação dos professores, pesquisadores, engenheiros e industriais, nos cenários econômico, industrial e da própria academia.

Considerando essa característica da química, de ser uma ciência que oscila entre a indústria e a academia, entre ciência e tecnologia, entre ciência e arte, Chamizo (2013a) irá defender que a química é uma tecnociência, e por isso falará de uma tecnoquímica. Laszlo (1998, 2013) considera a química como uma arte combinatória, um exemplar de trabalho laboratorial, com a análise química cumprindo um papel de converter leituras instrumentalizadas em declarações informacionais. Laszlo (1998) defende que a matéria, no laboratório químico, principalmente de química analítica, serve apenas de informação, que é decodificada e analisada pela instrumentação e pelos signos. Para ele, isso representa uma revolução conceitual que transforma a química em uma arte combinatória.

Como as práticas de investigação na química há muito tempo empregam várias formas de visualização, isso tem um impacto sobre a pesquisa através de valores estéticos. Valores como a utilidade, funcionalidade e beleza (SCHUMMER, 2006) de certa forma regulam a gênese e o significado de vários conceitos químicos na dimensão prática (IZQUIERDO-AYMERICH; ADÚRIZ-BRAVO, 2003). Izquierdo-Aymerich e Adúriz-Bravo (2003) acrescentam que os conceitos nucleares da química ganham sentido na dimensão prática e axiológica.

Investigando a influência desses aspectos estéticos, Schummer (2003a) analisa o potencial gerado pelos produtos químicos caracterizados tanto nos materiais quanto nos modelos propostos pelos químicos. O autor aponta que, assim como os químicos frequentemente não distinguem as moléculas das suas representações, uma estética atraente dos modelos facilita a pesquisa química porque estão associadas à própria beleza das moléculas. Root-Bernstein (2003) acrescenta que tais aspectos podem inclusive motivar escolhas de áreas de pesquisa pelos químicos, já que, em geral, as motivações estão associadas às formas, cores, cheiros e sabores.

Em síntese, Ribeiro e Pereira (2013) resumem as características da química, segundo os filósofos da química: uma ciência fortemente inscrita em esquemas classificatórios, pensamento diagramático, simbólico, relacional, processual, heurístico, e caracterizada pela razão prática; influenciada por valores estéticos, criação e inovação e dependente dos instrumentos e das técnicas; uma tecnociência, o que insere um forte componente axiológico e praxiológico e também a dimensão ética. Ainda, a Química seria um campo científico marcadamente inscrito nas tensões entre ciência-técnica, academia-indústria, natural-artificial, útil-risco, muito em razão da forte inter-relação entre variados contextos (economia, indústria, academia), variados autores (professores, investigadores, industriais, engenheiros), além das grandes tensões filosóficas, micro-macro, parte-todo, contínuo-descontínuo, substância-processos, conceito-empíria, nomotético-ideográfico.

No quadro 1 abaixo, apresentamos uma síntese dessas principais caracterizações da química, segundo os autores da Filosofia da Química mencionados até aqui, assim como exemplos de referências nas quais são apresentadas tais caracterizações.

Quadro 1 – Caracterizações da Química e exemplos de referências

Caracterizações da Química	Exemplos de autores/trabalhos
Ciência das substâncias e dos processos	Stein (2004), Lombardi e Labarca (2005)
Ontologia emergentista, em função das relações de superveniência das propriedades macroscópicas e submicroscópicas	Luisi (2002), Erduran, Adúriz-Bravo e Naaman (2007)
Ciência relacional, na qual o conhecimento pode ser entendido como uma estrutura ou rede de relações	Schummer (1997c, 1998), Soukup (2005), Bachelard (2009), Bernal e Daza (2010)
Realismo operativo marcado por um pragmatismo no uso de modelos	Vihalemm (2007), Bensaude-Vincent (2009)
Circularidade e dualidade dos conceitos	Laszlo (1999)
Ciência criativa, tendo na síntese uma de suas principais atividades. Tecnociência	Schummer (1997a, 1997b, 2004, 2010), Lefrève (2012), Chamizo (2013a)
Ciência diagramática, classificatória, experimental e indutiva	Van Brakel (1999), Laszlo (1999, 2013), Bachelard (2009), Ribeiro (2014)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em função de ser um campo relativamente novo, é evidente que na literatura da Filosofia da Química se encontrem poucas aplicações no ensino de química (ERDURAN, 2007, CHAMIZO; CASTILLO; PACHECO, 2012), e mais ainda na formação de professores de química. Nesse sentido, alguns filósofos têm destacado o papel que a Filosofia da Química pode proporcionar para o conhecimento da natureza do conhecimento químico e, como consequência, da natureza da ciência, constituindo-se em um terreno fértil para a realização de investigações que articulem as duas dimensões. No item seguinte discutiremos melhor essa aproximação entre a Filosofia da Química e o Ensino de Química.

2.3 CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Em julho de 2013, a revista *Science & Education* dedicou uma edição especial para a Filosofia da Química, no qual foram reunidas 17 publicações de filósofos, químicos e educadores com aplicações desse domínio de conhecimento na Educação Química, ilustrando o pequeno, mas, importante crescimento da área, corroborando o fato de que a Filosofia da

Química tem adquirido maturidade como campo de conhecimentos mais rapidamente do que outros campos da filosofia (SCHUMMER, 2006).

Alguns autores da área têm discutido as contribuições da Filosofia da Química para o campo do ensino, do currículo e da formação docente (SCERRI, 2001). Essa aproximação é possível em razão de que muitas das questões sobre a natureza da química são de interesse tanto dos filósofos da química como dos educadores em química.

Do ponto de vista das implicações curriculares, Laszlo (2013) critica o fato dos currículos de química não terem uma filosofia explícita, antes, implicitamente são orientados pelo reducionismo fisicalista. Para o autor, essa escolha pedagógica apresenta uma contradição com a própria natureza da química, de ser uma ciência indutiva e abdutiva, em oposição às explicações fisicalistas de caráter dedutivo. Nesse debate, Ribeiro e Pereira (2013) acrescentam que tal postura negligencia o caráter pluralista, inexato, aproximativo, diagramático, inovador e criativo da química, tornando o seu ensino altamente conservador, mecânico e algorítmico.

Nessa mesma direção, Talanquer (2006, 2011a) e Luisi (2002) argumentam, tomando o conceito de emergência como exemplo, que determinadas noções filosóficas podem inclusive já estar implícitas no currículo. Talanquer (2010) destaca que conceitos como estabilidade, funcionalidade, emergência são transmitidos intuitivamente, de forma implícita, como “*una química agazapada*” – nas palavras do autor – sendo, portanto, necessário discutir a introdução de tal conceito como forma de problematizar as relações de superveniência, argumento esse, também defendido por Newman (2008).

Ainda relacionado ao aspecto curricular, Talanquer (2011a) destaca que um compromisso com a perspectiva reducionista se faz presente na identificação das ideias centrais da química, que é um dos objetivos mais importantes das políticas curriculares. Nesse sentido, tais ideias centrais são interpretadas como princípios físico-químicos que permitem dar explicações, mas não são realmente utilizados pelos químicos na prática cotidiana (SCERRI, 2006; TALANQUER; POLLARD, 2010). Um problema epistemológico que se destaca aqui é a constatação de que é como se os químicos tivessem que aceitar a matemática para ter alguma legitimação no currículo e que, implicitamente, a única forma de aceitar o pensamento químico no currículo escolar é através de sua redução a princípios físicos supostamente mais fundamentais, que permitem sua matematização ou modelagem. Uma importante consequência disso é a contradição que surge ao notar-se que é como se os

químicos usassem uma série de argumentos e conceitos para elaborar explicações e fazer previsões na prática ordinária e valorizassem outro tipo de conhecimento e explicações nas salas de aulas. (TALANQUER, 2011a).

A reflexão sobre os reducionismos, especialmente o ontológico e o epistemológico, pode auxiliar no questionamento de escolhas efetuadas na prática do ensino de química, como bem destaca Talanquer (2013), que, ao se adotar uma visão da física como ciência paradigmática, as teorias, modelos e modos de pensar da química só teriam valor se pudessem ser expressos em termos físico-matemáticos, o que resultaria em um ensino pautado na ênfase de cálculos, aplicação de algoritmos em detrimento de aspectos qualitativos, relacionais e classificatórios, essenciais na química.

Na mesma direção argumentativa, concordamos com Izquierdo-Aymerich (2010), que apresenta uma crítica à ênfase do ensino dos tópicos de mecânica quântica que, por exemplo, ao tratar das estruturas eletrônicas dos átomos, direciona os alunos ao foco da regularidade e ordenação mais do que ao comportamento das substâncias químicas. A autora, então, questiona: onde está a química, para esses alunos que conhecem tanto sobre os átomos, mas não sabem química?

Um reflexo, talvez ainda mais tácito, das implicações curriculares discutidas anteriormente, seja a forma como são organizadas as disciplinas de química em nível superior. Goedhart (2007) critica a clássica divisão das cinco áreas tradicionais da química (analítica, inorgânica, orgânica, físico-química, bioquímica) com base no argumento de que tal separação reflete uma visão que os cientistas tinham da química na primeira metade do século XX em muitas universidades, onde muitos grupos de pesquisa tinham os nomes dessas áreas. Ao invés disso, propõe-se o planejamento de novos currículos de química que levem em consideração os contextos nos quais os químicos profissionais de fato atuam. Em virtude disso, são sugeridas as denominadas “áreas contextuais”, quais sejam: a análise, a síntese e o desenvolvimento de teorias. Essa proposta de Goedhart (2007) é importante porque permite analisar como as atividades dos químicos transcendem, de fato, os limites das áreas tradicionais, como destacam Corio et al (2012).

Essa proposta de áreas contextuais tem bastante sentido se considerarmos que, como discutido na análise de Sjöström (2006), após os anos 1950, a Química se transforma em uma ciência pós-acadêmica e pós-industrial, caracterizada por uma investigação predominantemente interdisciplinar e que ultrapassa os limites dos seus subcampos

disciplinares mais tradicionais. Há que se destacar, por exemplo, o surgimento de novas áreas como a química de organometálicos, a química do estado sólido, a química ambiental, a química de polímeros, a química bioinorgânica, etc, ramos de pesquisa os quais não apenas se baseavam nas áreas clássicas, mas também desenvolviam novos métodos e conhecimentos (CORIO et al, 2012).

Outras sinalizações importantes acerca das contribuições da Filosofia da Química para o ensino podem ser identificadas a partir do trabalho de Justi e Gilbert (2002), que defendem a integração da Filosofia da Química com base na importância dos modelos na educação química. Temos ainda o trabalho de Kidanemariam, Atagana e Engida (2013), que destaca exemplos de como o conhecimento das relações de superveniência poderiam auxiliar a compreensão de diferentes concepções alternativas e obstáculos epistemológicos, tradicionalmente identificados no ensino de química, tal como, as de confundir propriedades das substâncias com propriedades atômicas. Essa dificuldade de aprendizagem específica, também poderia ser interpretada em termos do emergentismo e da mereologia especial da química, já que as partes, os átomos, perdem suas características ao se combinarem (HARRÉ; LLORED, 2011).

Compreendemos que todas essas implicações passam necessariamente pela questão da formação dos professores, embora, não se reduzam a isso. Sobre este aspecto, comentaremos algumas das implicações das discussões dessa área para a formação inicial de professores de química, um dos focos da nossa investigação.

Como discute Scerri (2003), os pesquisadores em educação química distinguem vários equívocos em relação à compreensão de conceitos químicos por parte de estudantes, muitos deles causados por confusões filosóficas nas explicações abordadas em sala de aula, ou seja, devido à linguagem utilizada pelo professor. Considerando esse papel fundamental do professor, Erduran, Adúriz-Bravo e Naaman (2007) argumentam que o conhecimento das questões epistemológicas da química contribui para o empoderamento (*empowerment*) dos professores, se tais aspectos forem incorporados à prática docente.

Como defendem vários autores dessa área, é fundamental para um ensino de química mais eficiente, que os professores dessa disciplina disponham de um conhecimento mais aprofundado da sua matéria em um viés epistemológico (SCERRI, 2001; ERDURAN; ADÚRIZ-BRAVO; NAAMAN, 2007; ERDURAN; MUGALOGLU, 2013). Essa atitude reflexiva sobre a química é um exercício filosófico e didático recomendável para qualquer

professor interessado em desenvolver seu conhecimento pedagógico da disciplina, o que, dentre outras coisas, pode auxiliar a identificar e compreender de uma melhor maneira as dificuldades que os estudantes enfrentam quando sua visão sobre o comportamento do mundo não corresponde à perspectiva científica (TALANQUER, 2010).

Como já destacado, as propostas tradicionais de inserção de elementos da natureza das ciências na formação de professores de ciências concentram esforços na abordagem de tópicos gerais para os quais há um razoável consenso entre os pesquisadores (ALONSO et al, 2007). Em função disso, vários autores da Filosofia da Química argumentam que o desenvolvimento da formação profissional dos professores de química necessita examinar as características particulares dessa ciência, ou seja, uma abordagem da natureza do conhecimento químico (SCERRI, 2001; ERDURAN; ADÚRIZ-BRAVO; NAAMAN, 2007; CETIN; ERDURAN; KAYA, 2010).

As principais dificuldades para a incorporação de elementos da natureza do conhecimento químico no ensino, segundo Erduran, Adúriz-Bravo e Naaman (2007), residem, principalmente, na falta de familiaridade dos professores com esses temas, a escassez de material didático adequado, o fato de seu tratamento filosófico ainda não estar plenamente desenvolvido e as próprias concepções epistemológicas não adequadas dos professores. Em razão disso, consideramos o ambiente acadêmico e a formação inicial como um espaço de excelência para se levar a cabo a introdução de discussões e experiências formativas desse universo de produção de conhecimento.

Como bem discutiu Schawb (1962 citado por ERDURAN; SCERRI, 2002), ensinar envolve a coordenação entre o conhecimento do conteúdo de um domínio e o conhecimento da epistemologia daquele domínio. Nesse sentido, professores desenvolvem a necessária capacidade de transformar o objeto do conhecimento da disciplina em conteúdo ensinável somente quando eles sabem como o conhecimento disciplinar é estruturado e, a Filosofia da Química poderá, então, contribuir para o desenvolvimento de saberes relacionados a essa dimensão epistemológica da química (ERDURAN; ADÚRIZ-BRAVO; NAAMAN, 2007; ERDURAN, 2009).

Em consideração aos argumentos apresentados, uma proposta teórica que parece adequada a tais necessidades formativas é a noção de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* - PCK), apresentada pela primeira vez por Shulman (1986, 1987). O PCK pode ser definido como as formas mais úteis de representação do conteúdo

expressas em analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações utilizadas pelos professores, que fazem com que o conteúdo objeto de ensino seja compreensível para os outros. Examinando questões como o reducionismo, o caráter das leis em química e o problema da superveniência, os futuros professores de química poderiam fortalecer seu conhecimento sobre o objeto de estudo da sua matéria e seu PCK, sendo os seus elementos, potencialmente utilizáveis para promover a aprendizagem dos estudantes (VAN DRIEL; VERLOOP; DE VOS, 1998).

Em nossa pesquisa, estamos propondo uma alternativa para essa aproximação entre questões filosóficas e a formação de professores de química, mediante um perfil conceitual. Essa proposta busca fazer uma articulação entre discussões sobre filosofia da química e o ensino da disciplina, através do conceito de Química. Entendemos que tanto a educação em química seria largamente beneficiada pelas discussões sobre a natureza do conhecimento químico, como também a formação dos professores de química. Para se ensinar efetivamente, os professores precisam ser formados para desenvolverem habilidades e conhecimentos sobre como é estruturada a sua disciplina, o que implica que a formação dos licenciandos seja orientada a articular de forma prática e teórica as contribuições da Filosofia da Química. (ERDURAN; SCERRI, 2002).

A preocupação atual reconhece o pouco impacto que as pesquisas educacionais produzem na prática da sala de aula e, por isso, a incorporação efetiva de perspectivas filosóficas em ensino de química vai exigir investigação sistemática e bem desenhada para validar a utilidade e influência de estratégias específicas. Defende-se, portanto, que o teste empírico e a validação de abordagens irão dar a palavra final sobre a utilidade da Filosofia da Química ao nível da sala de aula (ERDURAN; MUGALOGLU, 2013).

Em resumo, a Filosofia da química pode contribuir tanto para pesquisa como para a prática em ensino de química ao promover reflexões sobre questões fundamentais de caráter epistemológico, ontológico, ético e linguístico acerca do conhecimento químico. Portanto, nessa investigação pretendemos analisar o potencial de um perfil conceitual de Química, como ferramenta para auxiliar essa aproximação entre a Filosofia da Química e o ensino de química.

3 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

3.1 BASES TEÓRICAS DOS PERFIS CONCEITUAIS

A noção de perfil conceitual foi uma ideia apresentada por Mortimer (1995), baseada no pressuposto da possibilidade de existência de múltiplos significados que um mesmo indivíduo pode exibir sobre um mesmo conceito, em distintos contextos de uso. Assim, a proposta dos perfis conceituais é a de modelar a heterogeneidade do pensamento e da linguagem em salas de aula de ciências (MORTIMER et al, 2014b).

Mortimer (1995) propôs essa noção, inicialmente, como um contraponto aos clássicos modelos de mudança conceitual (POSNER et al, 1982), fundamentados em referenciais epistemológicos que assumem a aprendizagem de ciências como um processo de substituição de conceitos prévios pelos conceitos científicos, ou seja, um abandono das ideias prévias em favor das científicas. Ao contrário, na proposta do perfil conceitual, diferentes interpretações de um mesmo conceito podem não somente coexistir no sujeito como também se constituir de forma independente daquelas já existentes no indivíduo.

A ideia do perfil conceitual tomou inicialmente como inspiração a noção de perfil epistemológico, apresentada por Gaston Bachelard em sua obra *A filosofia do não* (BACHELARD, 1984), na qual o filósofo francês expõe que uma única doutrina filosófica é insuficiente para descrever todas as diferentes maneiras de pensar que emergem quando tentamos expor e explicar um único conceito. De acordo com o perfil epistemológico, cada conceito científico pode ser descrito por mais de um sistema filosófico de pensamento, cada um deles representando uma forma de pensar, um conjunto de compromissos epistemológicos que enfocam uma das múltiplas facetas do conceito. Nessa mesma obra, Bachelard apresenta o seu próprio perfil epistemológico para o conceito de massa.

Um dos pontos centrais que distingue a noção de perfil epistemológico de Bachelard, do perfil conceitual proposto por Mortimer é a ideia de que os níveis pré-científicos de um perfil conceitual não são determinados por escolas filosóficas de pensamento, como o são no perfil epistemológico. Seus níveis pré-científicos não se vinculam à sequência apresentada por Bachelard que vai de um realismo ingênuo, passando pelo empirismo e racionalismo tradicional, ao surrealismo. Ao invés disso, Mortimer (2000) propõe que tais níveis “pré-científicos” são determinados pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos, fortemente influenciados pela cultura, sendo o perfil conceitual, portanto, um

sistema supra-individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura.

Em razão do reconhecimento dessa influência sociocultural, a ideia da existência de níveis “pré-científicos” tem sido rechaçada em função de uma compreensão multiculturalista da ciência, assumida pelo perfil conceitual, mais recentemente, na qual os diferentes modos de pensar fazem parte de conhecimentos que têm seu valor em contextos distintos (MORTIMER; EL HANI, 2014). O termo “pré-ciência”, usado por Bachelard, parece designar à ciências um *status* ou parâmetro de maior valor na avaliação de outros tipos de conhecimento.

No início do desenvolvimento do programa de pesquisa sobre perfis conceituais, a categoria bachelardiana de perfil epistemológico forneceu um sistema filosófico adequado para a identificação de compromissos epistemológicos e ontológicos que estão na base dos modos de pensar, ou dos hábitos de pensamento. Posteriormente, foram propostos outros perfis, que demonstraram as limitações das categorias propostas por Bachelard para descrever os modos de pensar dos conceitos em questão. Na medida em que a noção de perfil conceitual foi sendo aplicada a conceitos relativos a outros campos do conhecimento, o sistema filosófico de Bachelard foi perdendo o papel central que desempenhou, como referencial teórico e metodológico para esse programa de pesquisa.

Em desdobramentos subsequentes, as bases teóricas do perfil conceitual foram se distanciando cada vez mais da ideia do perfil epistemológico de Bachelard, bem como foi sendo integrado um referencial sociocultural que concebe a aprendizagem de ciências como a aprendizagem da linguagem social da ciência, por meio de interações discursivas em salas de aula. Com o desenvolvimento do programa, as preocupações foram direcionadas para questões relativas à linguagem e à análise dos aspectos discursivos em sala de aula, e com isso, as contribuições de Vygotsky e Bakhtin assumiram um papel importante na fundamentação teórica da proposta. Nesse sentido, um progressivo afastamento da perspectiva cognitivista da aprendizagem, baseada no paradigma piagetiano que orientou o movimento da mudança conceitual, cedeu lugar a identificação com a abordagem sociocultural da cognição (MORTIMER et al, 2014b).

Com esse novo direcionamento, destaca-se a importância de se analisar o papel desempenhado por um sistema mediador, constituído pela interação discursiva entre estudantes e professor, bem como pelo uso de diversas ferramentas culturais, como os textos e

atividades didáticas, na produção de novos significados no espaço social da sala de aula. Essa demanda levou o programa de pesquisa sobre perfis conceituais a se aprofundar no referencial teórico oferecido pelos trabalhos acerca do papel da linguagem na construção do conhecimento, inspirados em Vygotsky (2001) e comprometidos com uma abordagem sociocultural da cognição (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2011).

A característica de pluralidade de modos de pensar discutida nos perfis conceituais também é defendida no construtivismo contextual de Cobern (1996), no qual, a coexistência de modos de pensar e falar diferentes é vista como um resultado próprio da aprendizagem de ciências. Nos pressupostos da heterogeneidade do pensamento verbal, é estabelecido que em uma cultura e em um indivíduo existe não apenas uma forma homogênea de pensamento, mas diferentes tipos de pensamento verbal (TULVISTE, 1991 citado por MORTIMER et al, 2014a), em outras palavras, há uma polissemia de significados para uma mesma palavra tanto no contexto científico como no contexto cotidiano. Portanto, diferentes modos de pensar, que caracterizam essa heterogeneidade do pensamento verbal, estão relacionados com diferentes formas de falar.

Essa proposta de existência de tais formas coletivas de pensamento também pode ser pensada, igualmente, a partir da perspectiva sociocultural de Vygotsky (2001), sobre o desenvolvimento das funções mentais superiores, segundo a qual o pensamento individual é constituído através da internalização de mediadores simbólicos construídos socioculturalmente, entre eles a linguagem, disponibilizadas através das interações sociais. Segundo a lei geral do desenvolvimento cultural proposta por Vygotsky,

“qualquer função no desenvolvimento cultural da criança aparece duas vezes, ou em dois planos. Primeiro, ela aparece no plano social, e então no plano psicológico. Primeiro, ela aparece entre as pessoas como uma categoria interpsicológica, e então dentro da criança, como uma categoria intrapsicológica” (Vygotsky, 1978, p.163).

Segundo Vygotsk (2001, p.170), o desenvolvimento de conceitos é resultante de uma complexa operação com a palavra ou signo, cujo emprego funcional orienta a atividade de resolução de problemas. Dessa perspectiva, o ensino de um conceito deve ser feito inicialmente pela introdução da palavra que o simboliza, uma vez que a palavra é o meio material a partir do qual o significado é mediado. No momento em que o estudante tem o primeiro contato com uma palavra nova, e/ou com um determinado significado a ela vinculado, o processo de desenvolvimento do conceito está apenas começando (Vygotsky, 2001, p. 246), restando um longo caminho até que essa palavra, e o conceito que está

simbolizado nela, se tornem propriedade do estudante, para que possa aplicá-los de forma arbitrária em outras situações concretas.

Nesse sentido, as zonas do perfil conceitual são compreendidas como formas de pensamento que podem ser hierarquizadas apenas em termos genéticos e a determinação das categorias que constituem tais zonas é uma tentativa de caracterizar a heterogeneidade do pensamento verbal no contexto dos processos de ensino-aprendizagem de ciências.

Com base na aproximação entre a teoria de enunciação do Circulo de Bakhtin (1981, 1986, 2011) e a abordagem de Vygotsky (1981, 2001) sobre o desenvolvimento das funções mentais superiores, as investigações sobre a produção de novos significados em sala de aula poderiam ser organizadas, tendo em vista a relação entre modos de pensar, caracterizados a partir de um perfil conceitual, e formas de falar, caracterizadas em termos das noções de linguagem social e gêneros do discurso de Bakhtin (1981). Nessa perspectiva, uma linguagem social pode ser entendida como um discurso peculiar a um estrato específico da sociedade dentro de um dado sistema social e em um dado tempo. Por exemplos, a linguagem profissional e a linguagem de gerações. Um gênero do discurso, por sua vez, está associado a uma forma típica de enunciado, uma vez que inclui formas típicas de expressão que lhe são inerentes, além de temas e situações típicas da comunicação verbal, estando relacionado ao lugar social e institucional onde o discurso é produzido (BAKHTIN, 2011).

Para Bakhtin (2011), os gêneros do discurso se originam a partir de elementos que são reconhecidos como identificadores dos tipos estáveis de enunciados.

“Uma dada função (científica, técnica, ideológica, oficial, cotidiana) e dadas condições, específicas para cada uma das esferas da comunicação verbal, geram um dado gênero, ou seja, um dado tipo de enunciado, relativamente estável do ponto de vista temático, composicional, estilístico. O estilo é indissociavelmente vinculado a unidades temáticas determinadas e, o que é particularmente importante, a unidades composicionais: tipo de estruturação e de conclusão de um todo, tipo de relação entre locutor e os outros parceiros da comunicação verbal (relação com o ouvinte, ou com o leitor, com o interlocutor, com o discurso do outro).” (BAKHTIN, 2011, p. 266).

Como resultado dessa adesão à perspectiva sociointeracionista, na abordagem dos perfis conceituais a natureza dos “conceitos” repousa nas ideias de Vygotsky sobre o pensamento conceitual e na distinção entre sentido e significado. Para essa visão, um conceito, reflete um processo dinâmico de conceitualização, ou pensamento conceitual, nos

termos de Vygotsky (1978), que emerge a partir da interação socialmente situada entre um indivíduo e alguma experiência externa.

A distinção de Vygotsky (1987) entre sentido e significado é útil para a reflexão sobre como a estabilidade surge no pensamento conceitual. Vygotsky considerava o sentido de uma palavra como o agregado de todos os fatos psicológicos que resulta em nossa consciência no contato com a palavra. A noção de sentido foi tratada por ele como, um fluido dinâmico e complexo, com zonas diferentes variando em sua estabilidade. Enquanto sentido é, para Vygotsky, dependente do contexto, o significado é um construto social relativamente mais estável, tornando possível a intersubjetividade (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI, 2011).

Nessa visão, os conceitos são parte da linguagem natural ou de sistemas de conhecimento, ou seja, existem apenas no terceiro mundo popperiano (WELLS, 2008), nos textos e na linguagem, como construtos sociais. Na mente de um indivíduo, como parte do segundo mundo popperiano, não encontramos instâncias de conceitos, mas um processo dinâmico, a conceitualização (MORTIMER et al, 2014a).

Esse processo dinâmico pode ser identificado com uma das funções mentais superiores descritas por Vygotsky (1978), denominada por ele como pensamento conceitual. Em razão disso, a conceitualização é um processo emergente sempre produzido através de uma interação entre um indivíduo e algum evento externo ou experiência, e o processo de conceituar é, a este respeito, sempre orientado socialmente. Nessa perspectiva, as relações sociais fornecem base genética para todas as funções superiores e suas relações. De modo que, mesmo quando efetuados pelo indivíduo isoladamente, os processos mentais permanecem “quase sociais” (Vygotsky, 1981, p.164).

Nessa perspectiva sociointeracionista, o aspecto de permanência no processo de conceitualização, que conduz a impressão de que possuímos conceitos em nossas mentes, é uma indicação de quão poderoso o processo de socialização pode ser e, em um sentido vygotskyano, isso pode ser compreendido como uma tendência do pensamento conceitual, quando totalmente desenvolvido, operar de um modo semelhante em face das experiências que percebemos como sendo semelhantes (MORTIMER et al, 2014a).

Assim, apoiado nesses referentes, os perfis conceituais compreendem os conceitos não como estruturas cerebrais que podem ser lidas em voz alta, mas que só existem de maneira estável como parte do conhecimento socialmente construído, tal como se manifesta na forma de linguagens sociais. O pensamento conceitual, por sua vez, é mais dinâmico e só pode

adquirir estabilidade, como um processo, por meio de restrições que agem sobre ele. Essas restrições estão ligadas aos significados socialmente estabelecidos dos conceitos. De acordo com esse ponto de vista, é devido ao constrangimento e influência de significados socialmente estabilizados sobre o processo de produção de sentido, que nos tornamos capazes de pensar conceitualmente de maneira tão repetitiva que acabamos concebendo os conceitos como entidades internas estáveis, como se eles pudessem ser simplesmente encontrados em nossos cérebros (MORTIMER et al, 2014a). É com base nessa leitura teórica da noção de conceito, que cabe aqui falarmos de um conceito de “Química” que possa admitir um perfil conceitual.

Estabelecida essa diferença entre conceitos e o processo de conceitualização, e considerando a nossa experiência social plural e multifacetada, temos a disposição uma diversidade de significados estabilizados em diferentes linguagens sociais, sendo que o peso que damos a cada um deles depende da extensão em que tivemos oportunidades, ao longo de nossa formação, de empregá-los de modo fértil para dar conta dos desafios colocados por nossas experiências (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2011).

Desse modo, um perfil conceitual é constituído por zonas com compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, sendo esse último tipo de compromisso posteriormente discutido por Mattos (2014). Essa dimensão axiológica está relacionada aos valores e fins que os objetos tomam para o sujeito em suas representações. Essa inclusão de uma dimensão axiológica ao perfil conceitual é coerente com a base sócio-histórico-cultural do processo de ensino-aprendizagem, que privilegia a interação dialógica e a constituição dialética do sujeito com o mundo, e atribui à linguagem uma função central no processo de desenvolvimento psicológico.

É possível conceitualizar nossa experiência de diferentes maneiras, com base na variedade de contextos em que ela tem lugar, o que implica como dissemos anteriormente, em assumir uma compreensão sociocultural dos conceitos e das conceitualizações. E nessa perspectiva, o perfil conceitual concebe a aprendizagem como resultado de dois processos imbricados: um enriquecimento do perfil conceitual do indivíduo e a tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar bem como do contexto nos quais tais ideias são mais adequadas e podem ser aplicadas (EL-HANI; MORTIMER, 2007).

Conforme se discutiu anteriormente, no seu início, os perfis conceituais foram propostos como uma alternativa aos modelos de mudança conceitual, mas, nos desdobramentos posteriores a teoria incorporou uma abordagem sociocultural e também

fundamentou suas bases em uma filosofia pragmatista do conhecimento. Nessa abordagem filosófica nossos compromissos ontológicos, nossos pressupostos epistemológicos e corpos de conhecimento devem ser avaliados, total ou parcialmente, em termos de sua eficácia pragmática. A abordagem do pragmatismo assumida pelos perfis conceituais é a do pragmatismo objetivo de Pierce, em oposição a um compromisso relativista. Nesse sentido, nós podemos julgar a eficácia pragmática de diferentes ideias e conceitos para resolver os problemas concretos em circunstâncias específicas e, nesses termos, teremos motivos para escolher o conhecimento, a teoria a ser aceita, por considerar criticamente e verificar as suas consequências para a prática. A abordagem dos perfis conceituais apoia-se nessa ideia de um valor pragmático de distintas formas de conhecimento, as zonas de um perfil conceitual, para lidar com diferentes problemas, pois, distingue os domínios de aplicação de distintos modos de pensar, dos significados associados a eles (EL-HANI; MORTIMER; SILVA-FILHO, 2013).

Nesse sentido, o propósito dos perfis conceituais é o de modelar os diferentes modos a partir dos quais as pessoas podem conceitualizar eventos e objetos, resultado da variedade de contextos sociais em que nossas experiências têm lugar (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009). Em um mesmo indivíduo coexistem dois ou mais significados para um mesmo conceito que, por sua vez, são acessados nos contextos apropriados. Assim, cada indivíduo possui o seu próprio perfil conceitual, para cada conceito, com diferentes pesos para cada zona no perfil, embora, indivíduos de uma mesma cultura possam exibir as mesmas zonas.

Em síntese, a abordagem dos perfis conceituais, enquanto modelos de diferentes maneiras utilizadas pelas pessoas para significar suas experiências de ver e representar o mundo pode ser pensada como uma síntese teórica que articula os seguintes aportes: a teoria da linguagem do círculo de Bakhtin, como uma base para a análise das formas de falar, a teoria de Vygotsky do desenvolvimento das funções mentais superiores, que apoia a investigação da aprendizagem; a estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002), que lança luz sobre a abordagem comunicativa em sala de aula; a sociologia da educação de Basil Bernstein, que auxilia na análise da construção do conhecimento escolar e o compromisso com o pragmatismo objetivo de Pierce (MORTIMER et al, 2014b).

3.2 ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS PARA A PESQUISA COM PERFIS CONCEITUAIS

Em termos metodológicos, a fim de construir um perfil conceitual, consideramos uma grande variedade de significados atribuídos a um conceito e uma diversidade de contextos de construção de significados, incluindo, pelo menos, três dos domínios genéticos assinalados por Vygotsky em seus estudos sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação de conceitos. Os três domínios são o sociocultural, o ontogenético e o microgenético (WERTSCH, 1985 citado por MORTIMER et al, 2014a).

A investigação nesses domínios possibilita identificar modos de pensar e formas de falar sobre os conceitos permitindo individualizar zonas na construção de um perfil. Para essa identificação, utilizamos dados de uma variedade de fontes, em um movimento dialógico, pondo-os o tempo todo em interação uns com os outros. Entre as fontes que podem ser usadas, destacamos: fontes secundárias sobre a história da ciência e análises epistemológicas do conceito em estudo, que são particularmente úteis para compreender o domínio sociocultural; trabalhos sobre concepções informais e/ou alternativas dos alunos envolvendo o conceito a ser “perfilado”, que são úteis para a compreensão no domínio ontogenético; e dados recolhidos através de entrevistas, questionários e gravações de interações discursivas em uma variedade de contextos, principalmente em ambientes educacionais, que dão acesso aos domínios ontogenético e microgenético. A análise dos domínios serve para o estabelecimento dos compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que norteiam o processo de significação de um dado conceito (MORTIMER et al, 2014b).

Com base nos dados obtidos de entrevistas, questionários e gravações de vídeo de sala de aula, é possível realizar uma categorização inicial, como passo introdutório para a análise dos demais domínios. Os estudos epistemológicos do conceito, por sua vez, permitem identificar categorias que indicam compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estruturam diferentes modos de pensar. De posse desse referencial, é possível reinterpretar os dados de entrevistas, questionários e interações discursivas em termos de um repertório de compromissos, de modo a obter-se uma caracterização não só de modos de pensar, como também de formas de falar que constituem as zonas do perfil (MORTIMER et al, 2014b).

Diversos conceitos já tiveram seus perfis conceituais propostos em pesquisas realizadas tanto por Mortimer e colaboradores, como também por autores de outros grupos de pesquisa, inclusive fora do Brasil. Alguns exemplos de conceitos que tiveram seus perfis

conceituais propostos foram: estados físicos da matéria, átomo e molécula (MORTIMER, 1994); transformação química (ROSA, 1996); função matemática (CARRIÃO, 1998); energia (MICHINEL; ALMEIDA, 2000); calor (AMARAL; MORTIMER, 2001); reação química (SOLSONA; IZQUIERDO; DE JONG, 2001); para o conceito biológico de vida (COUTINHO, 2005; SILVA, 2006); radiação (ZAIANE, 2003); entropia e espontaneidade (AMARAL; MORTIMER, 2004); força (RADÉ, 2005); massa (SANTOS; DOMÉNECH, 2005); luz e visão (DRUZIAN; RADÉ; SANTOS, 2007); fração (GUABIRABA, 2008); conceito de morte (NICOLLI, 2009); adaptação (SEPÚLVEDA, 2010); substância (SILVA; AMARAL, 2013), entre outros.

Enquanto que no início do programa de pesquisas, o perfil conceitual foi empregado como um instrumento que fornecia uma descrição estruturada de ideias a respeito dos conceitos, com a expansão e desdobramento das pesquisas, esse referencial passa a ser usado para investigações orientadas por distintos propósitos: analisar a evolução conceitual dos estudantes em decorrência de uma sequência didática ou proposta curricular; propor parâmetros para a organização de estratégias de ensino; analisar o processo de aprendizagem em sala de aula; estudar como evoluem as zonas de um perfil em uma população específica em decorrência de suas experiências educacionais e/ou formação cultural (SEPÚLVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013).

Nesta investigação iremos propor um perfil conceitual de Química e utilizá-lo como parâmetro para analisar processos de significação que emergem no contexto de interações discursivas envolvendo a Filosofia da Química por licenciandos de química, bem como potenciais desdobramentos do perfil para estimular reflexões e práticas no ensino, considerando aspectos da natureza da química.

Essa proposta se sustenta na possibilidade de realizar uma articulação entre a pluralidade de significados admitida pelo perfil conceitual (MORTIMER et al, 2014a) e o pluralismo da química, do ponto de vista da Filosofia da Química, proposto em termos epistemológicos, ontológicos, metodológicos e axiológicos (RIBEIRO; PEREIRA, 2013). Ou seja, o conceito de Química, em razão da sua polissemia, não somente no âmbito científico, mas como resultado da própria noção de “química”, como palavra que simboliza um construto conceitual utilizado em tantos contextos, pode servir como elemento para articular esses dois domínios teóricos da pesquisa: a Teoria dos Perfis Conceituais e a Filosofia da Química.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

Neste capítulo descrevemos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, destacando o contexto de levantamento dos dados empíricos, os instrumentos utilizados e os caminhos percorridos na análise dos dados.

Nosso desenho metodológico se baseia em elementos de uma abordagem qualitativa de pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LAVILLE; DIONNE, 1999), já que, dentre outras questões, se propõe a interpretar o discurso dos participantes. Bogdan e Biklen (1994) elencam alguns critérios desse tipo de abordagem metodológica em uma pesquisa educacional, tais como: a utilização do ambiente natural como fonte de dados, o tipo de recorte feito aos dados, que prioriza o discurso falado e/ou escrito ou imagens e não números, o que pode supor como instrumentos as entrevistas, os vídeos, os documentos pessoais e, principalmente pelo fato da pesquisa se preocupar com os significados produzidos na investigação. Em suma, a pesquisa qualitativa procura encontrar o sentido de um determinado fenômeno e interpretar significados que as pessoas atribuem a ele.

4.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

O *locus* da pesquisa se deu no contexto do curso de licenciatura em química, do Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O curso de licenciatura em química da UFRN é ofertado em duas modalidades, presencial e à distância. A entrada de alunos no curso à distância não é regular, ao contrário do que ocorre no presencial, que regularmente tem ofertado 100 (cem) vagas por ano para a licenciatura, sendo 50 (cinquenta) para o turno matutino e 50 (cinquenta) para o turno noturno. Desde o ano de 2014, o ingresso de alunos nos cursos presenciais de química do IQ ocorre via SISU/ENEM, enquanto que para o curso da modalidade a distância o processo de seleção ocorre via Plataforma Paulo Freire e vestibular.

O curso de licenciatura em química da UFRN é ofertado, na modalidade presencial, nos turnos matutino e noturno, e na modalidade a distância. Os cursos na modalidade a distância e no turno matutino presencial têm duração média de 8 (oito) semestres, conforme as estruturas curriculares vigentes, apresentadas nos anexos C e A, respectivamente. O curso que ocorre no turno noturno, por sua vez, tem duração média de 10 (dez) semestres, conforme a estrutura curricular vigente, apresentada no anexo B.

No contexto dos cursos de química do IQ/UFRN (licenciatura, bacharelado e química do petróleo), foi instituído a partir de 2007 o Programa de Formação Complementar (PFC), que é um programa de minicursos realizados na primeira semana de aula de cada semestre letivo. No PFC são oferecidas oportunidades para estudos de tópicos ou temas não abordados diretamente em disciplinas da estrutura curricular dos cursos de química ou ainda, a oportunidade de aprofundamento de conteúdos tratados nas diferentes disciplinas. Os minicursos ofertados no PFC têm carga horária mínima de 10 (dez) horas e podem ser ministrados por professores ou alunos de pós-graduação do IQ, assessorados por seus respectivos orientadores. Além da formação complementar oferecida pelos cursos do PFC, os certificados de participação obtidos pelos alunos que realizarem tais cursos podem ser utilizados como comprovação para fins de composição das 200 (duzentas) horas de atividades acadêmico-científico-culturais (AACC) exigidas pelas estruturas curriculares.

Nesta pesquisa, foi utilizado o espaço do PFC para a organização de dois minicursos, com carga horária de 10 (dez) horas cada, ofertados em semestres distintos: o objetivo do primeiro minicurso foi o de uma aproximação ao objeto de estudo, e o segundo minicurso, utilizado para a aplicação dos instrumentos de pesquisa e levantamento dos dados analisados nesta tese. Participaram do primeiro minicurso, 24 (vinte e quatro) licenciandos de diferentes semestres de licenciatura em química, e do segundo minicurso, participaram 9 (nove) licenciandos.

4.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Conforme mencionamos anteriormente, o levantamento de dados empíricos desta investigação foi efetuado junto a licenciandos de química da UFRN, que consentiram em participar da pesquisa mediante a assinatura de um termo de consentimento (ver apêndice A). Participaram da investigação três grupos de licenciandos de diferentes faixas etárias e experiência docente, e de vários semestres do curso:

- Grupo 1: 9 (nove) licenciandos cursando diferentes semestres do curso, participantes de um minicurso no âmbito do Programa de Formação Complementar (PFC) do Instituto de Química da UFRN, realizado no período de 27 a 30 de Julho de 2015. Esses licenciandos, em sua maioria, eram jovens recém-ingressos no curso e sem experiência docente.

- Grupo 2: 13 (treze) licenciandos cursando diferentes semestres do curso de licenciatura em química da modalidade de Educação a Distância (EaD) da Secretaria de Educação a Distância (SEDIS), também da UFRN, em um *campi* situado em um município da

região agreste do estado do RN, durante a realização de uma reunião com esses estudantes em 01 de Agosto de 2015. Ao contrário do grupo 1, os licenciandos desse grupo eram, em sua maioria, professores de química na Educação Básica e, portanto, com alguma experiência docente.

- Grupo 3: 13 (treze) licenciandos do segundo semestre do curso e que, portanto, cursavam pela primeira vez a disciplina História e Filosofia da Química (HFQ) da mesma instituição, no segundo semestre de 2015. O perfil dos licenciandos deste grupo é semelhante aquele descrito no grupo 1.

4.3 A CONSTRUÇÃO DOS DADOS: INSTRUMENTOS E MÉTODOS

4.3.1 A aplicação do questionário

Os grupos 1, 2 e 3 foram investigados em diferentes períodos, conforme as informações apresentadas no quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – Informações sobre as origens dos dados da pesquisa

Participantes	Atividades realizadas	Período ou data
Grupo 1 (PFC)	Aplicação do questionário (apêndice C) e gravação em áudio e vídeo de interações discursivas no contexto da oficina no PFC (quadro 3, item 4.3.2)	27 a 30 de julho de 2015
Grupo 2 (HFQ)	Aplicação do questionário (apêndice C)	1 de agosto de 2015
Grupo 3 (EaD)	Aplicação do questionário (apêndice C)	6 de agosto de 2015

Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário – apresentado no apêndice C – aplicado aos três grupos de licenciandos foi construído inicialmente a partir das leituras no campo da Filosofia da Química, as quais nos permitiram chegar a algumas hipóteses para a identificação de contextos e elaboração das questões, e teve por objetivo analisar significados e ideias gerais sobre a química. Esse questionário havia sido aplicado anteriormente, em uma versão inicial, a um grupo de 24 (vinte e quatro) licenciandos em um minicurso realizado no segundo semestre de 2014, também no contexto do PFC no IQ-UFRN. Na ocasião da realização desse minicurso, buscávamos introduzir uma discussão sobre os principais temas abordados na Filosofia da Química. No apêndice B, apresentamos a programação seguida nesse minicurso, que além de auxiliar na validação do questionário, também nos propiciou uma aproximação com o objeto

de estudo, isto é, as reflexões em torno da natureza do conhecimento químico. Parte dos resultados dessa primeira aproximação foi apresentada como trabalho no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC (FREIRE; AMARAL, 2015).

Em primeiro lugar, como uma técnica de coleta de informações no campo das pesquisas sociais, os questionários são utilizados para recolher o testemunho de participantes, interrogados por escrito. Tal questionário permite ao pesquisador inferir sobre a opinião do interrogado e pela qualidade de suas respostas. Ao ser interrogado, por sua vez, encontra-se um espaço para emitir sua opinião, exprimir seu pensamento pessoal, traduzi-lo com suas palavras, conforme seu próprio sistema de referência (LAVILLE; DIONNE, 1999). Neste trabalho, consideramos esse instrumento como adequado para que fossem obtidas respostas que refletem os conhecimentos, opiniões, interesses, necessidades, atitudes ou intenções de um grupo mais ou menos amplo de pessoas e, no nosso caso de interesse, os resultados serviriam para a identificação de compromissos que mais tarde constituiriam as zonas do perfil conceitual.

Após a validação e reconstrução, o questionário foi aplicado aos 35 (trinta e cinco) licenciandos dos grupos 1, 2 e 3, na versão apresentada no apêndice C, no qual consideramos a importância de explorar uma diversidade de questões de modo a permitir a emergência de diferentes modos de pensar o conceito de Química (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

4.3.2 Organização da atividade formativa no PFC

Além de responderem ao questionário, os licenciandos do PFC (grupo 1) participaram de uma atividade formativa organizada na forma de uma oficina. Essa experiência constituiu a nossa fonte de dados de interações discursivas, utilizados tanto para a construção do perfil conceitual de Química, como para a investigação da dinâmica discursiva à luz das zonas do perfil conceitual.

No quadro 3, descrevemos a programação geral dessa oficina organizada no formato de um minicurso de 10h, sendo distribuídas em 4 dias consecutivos de 2,5h cada, no período de 27 de julho a 30 de julho de 2015, sob o título: Contribuições da Filosofia e História da Química para a análise das dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

Quadro 3 – Propostas para as atividades da oficina no PFC.

PRIMEIRO DIA (27/07): Discussão de ideias gerais sobre a química: modos de pensar e formas de falar sobre essa ciência.	
Objetivos:	- Analisar significados e ideias sobre a química apresentadas em livros didáticos, artigos científicos e outros meios de divulgação, sob o ponto de vista das contribuições da Filosofia da Química.
Etapas:	
- Falar em linhas gerais sobre o minicurso e do trabalho de pesquisa. Solicitar a assinatura dos termos de consentimento para uso da imagem e voz.	
PARTE I: Aplicação do questionário para identificar diferentes modos de pensar.	
PARTE II: Atividade: apresentar aos alunos 7 sentenças contendo ideias/definições relacionadas à química. Solicitar que cada licenciando escolha aquela(s) ideia(s) que julga estar(em) mais próxima(s) de suas compreensões acerca da química, e que elaborem uma justificativa para a sua escolha.	
As ideias e significados utilizados na atividade para que fossem analisadas pelos licenciandos foram elaboradas a partir de:	
a) Transcrições e adaptações das próprias definições apresentadas por licenciandos participantes do minicurso anterior, realizado em Julho de 2014.	
b) Selecionadas e adaptadas de instrumentos utilizados em outras investigações, por exemplo, o trabalho de Chamizo, Castillo e Pacheco (2012) sobre a Natureza da Química que utilizou uma escala de Likert para a análise de concepções de química de estudantes de graduação de diferentes áreas na Universidade Autônoma do México (UNAM).	
c) Ideias gerais encontradas em artigos de autores da Filosofia da Química.	
Ideias/definições utilizadas:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações. 2. A química é a ciência que estuda os materiais e substâncias, suas propriedades, constituição e transformações. 3. A química é uma ciência natural de caráter experimental e seus métodos são a análise e a síntese. 4. A química é a ciência das moléculas enquanto a física é a ciência dos átomos. 5. A Química é somente Física aplicada. 6. Química é uma técnica a serviço de outras ciências, tais como a bioquímica, a engenharia química, etc. 7. A química é a responsável pela contaminação ambiental. 	
- Socializar as respostas de alguns participantes em uma discussão coletiva.	
- Relacionar as respostas apresentadas, mediante a introdução de questões sobre a natureza da química, a partir de textos e artigos da literatura da Filosofia da Química, focalizando aspectos como: <i>reduccionismo e imagem pública da química</i> .	

SEGUNDO DIA (28/07): As relações de superveniência, estrutura molecular, realismo, etc. Concepções alternativas em química.	
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar os argumentos filosóficos às concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem catalogadas pela literatura da pesquisa em didática das ciências. - Analisar concepções sobre o uso e o papel dos modelos utilizados pela química na elaboração de suas explicações.
Etapas:	
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar e discutir os típicos exemplos das relações de superveniência relacionados à propriedades como cheiro e cor das substâncias, apresentadas em trabalhos de autores da Filosofia da Química. - Analisar as principais concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem exploradas na atividade (referenciadas por autores da didática das ciências), p. ex. (a). <i>A ligação química é uma coisa física que une átomos em uma estrutura química</i>; (b). <i>Átomos em metais são duros e em líquidos são maleáveis</i>; (c). <i>Os átomos ou moléculas de um sólido não se movem</i>; (d). <i>Não existem espaços vazios entre partículas</i>. - Explorar a potencialidade da noção filosófica de superveniência para a elucidação das relações macro-submicroscópico, peculiaridade da natureza do conhecimento químico. 	
TERCEIRO DIA (29/07): Relação das ideias filosóficas com as dificuldades e concepções alternativas em química	
Objetivos:	Aplicar ideias sobre a natureza do conhecimento químico no planejamento de atividades de ensino de química a partir da elaboração de um instrumento CoRe (<i>Content Representation</i>).
<p><u>Parte I:</u> solicitar que os licenciandos selecionem um conteúdo químico, conceito, ou tema que permita a abordagem de elementos da natureza do conhecimento químico discutidos na oficina (as relações de superveniência, o papel dos modelos e explicação, etc.).</p> <p><u>Parte II:</u> elaboração de um CoRe para o conteúdo selecionado pelo grupo (este será apresentado no encontro seguinte).</p>	
QUARTO DIA (30/07): APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS DOS LICENCIANDOS	
Objetivo:	Analisar aspectos da natureza do conhecimento químico a partir do CoRe produzidos pelos licenciandos e das interações discursivas em torno de propostas didáticas relacionadas ao tema.
<p>1º momento: receber o CoRe dos grupos e propor uma circulação dos mesmos pelos outros grupos, para que os demais licenciandos tenham acesso aos outros instrumentos e emitam um parecer escrito sobre estes.</p> <p>2º momento: apresentação das propostas dos licenciandos e dos pareceres elaborados para as outras propostas de CoRe dos demais licenciandos. Gravar em áudio e vídeo a apresentação dos participantes. Durante as apresentações, propor questões relacionadas aos domínios do PCK a partir das falas dos licenciandos.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Toda a oficina foi registrada em áudio e vídeo para a posterior análise das interações discursivas produzidas nesse contexto. Os registros escritos pelos participantes na forma de respostas ao questionário e ao CoRe também foram coletados. Os dados desse último

instrumento não serão objeto de análise nesta tese, mas poderão ser utilizados em trabalhos futuros.

4.4 A ANÁLISE DOS DADOS

4.4.1 A análise das respostas aos questionários

Para a análise das respostas aos questionários, foi realizada uma leitura e releitura das respostas produzidas pelos licenciandos, na busca de relações entre elas para o levantamento de categorias temáticas, em diálogo como o referencial teórico da Filosofia da Química. Nessa análise dos questionários, realizamos previamente uma codificação baseando-se na origem das respostas, na forma de siglas que indicassem o contexto do respondente (grupo 1 (PFC), grupo 2 (HFQ), grupo 3 (EaD)), a questão respondida (Q1, Q2, Q3,...Q6) e o licenciando (L1, L2, L3...).

4.4.2 A análise das interações discursivas

As interações discursivas são um fenômeno social que constitui fundamentalmente a língua, sendo realizadas por meio de enunciados (BAKHTIN, 2014). Tais interações são consideradas como constituintes do processo de construção de significados, quer dizer, uma negociação de novos significados em um espaço comunicativo (MORTIMER; SCOTT, 2002). Nesse sentido, Bakhtin (2011, p.261) irá dizer que “O emprego da língua efetua-se em formas de enunciados orais e escritos concretos e únicos proferidos pelos integrantes desse ou daquele campo da atividade humana”.

Para Bakhtin (2014), qualquer enunciação é construída como uma resposta a enunciações anteriores, antecipando reações ativas da compreensão, estando em contato direto com enunciados alheios. Por essa razão, qualquer enunciação supõe alguma forma de contato entre duas ou mais vozes, uma dialogia e uma polifonia. Nessa perspectiva, só pode ter existência a partir do contato entre as vozes, quer dizer, quando a voz de um ouvinte responde à voz de um falante. Nisso, o significado é concebido como um processo e não como uma entidade estática, coerente com as concepções de conceito e de conceitualização que orientam a abordagem dos perfis conceituais.

Esse processo de construção de significados é entendido sob o olhar das teorias de Vygotsky, buscando explicar a atividade mental em sua relação com o contexto histórico, cultural e institucional. À luz de suas concepções, a sala de aula é percebida como um ambiente onde se desenvolve um processo essencialmente dialógico em que múltiplas vozes

são articuladas, primeiro no plano social, ou interpsicológico e, em seguida, no plano individual, ou intrapsicológico (MORTIMER et al, 2014a).

Baseando-se nas noções de gêneros do discurso e linguagem social de Bakhtin (1981), Mortimer e Scott (2002) desenvolveram uma ferramenta analítica para a análise de interações discursivas em sala de aula. Essa estrutura analítica pode ser entendida como resultado de uma proposta de desenvolver uma linguagem para descrever o gênero do discurso das salas de aula de ciências, tendo como principal referência as noções bakhtinianas. A ferramenta é constituída de cinco aspectos inter-relacionados, os quais se propõem a caracterizar a dinâmica das interações e o uso da linguagem nesses ambientes didático-pedagógicos.

Os aspectos que são explorados nessa estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002) são: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções do professor. Esses cinco aspectos estão agrupados em três blocos, conforme indicado abaixo no quadro 4:

Quadro 4 – Dimensões de análise da ferramenta de Mortimer e Scott (2002)

Aspectos considerados na análise	
I. Focos de ensino	1. Intenções do professor 2. Conteúdo
II. Abordagem	3. Abordagem comunicativa
III. Ações	4. Padrões de interação 5. Intervenções do professor

Fonte: Mortimer e Scott (2002).

Em relação ao primeiro aspecto, as intenções do professor podem ser as de: criar um problema; explorar as ideias dos alunos; introduzir e desenvolver o conhecimento científico; guiar o trabalho dos alunos com as ideias científicas; guiar os alunos na aplicação das ideias científicas e, manter a narrativa sustentando o desenvolvimento do conteúdo.

No segundo aspecto de análise da ferramenta, ou seja, o conteúdo, os autores propõem uma distinção entre descrições, explicações e generalizações. As descrições envolvem enunciados que tomam sistemas, objetos ou fenômenos como referência para as suas elaborações, considerando os seus constituintes ou eventos dos mesmos. As explicações situam-se em outra dimensão cognitivo-linguística que está relacionada à habilidade de utilizar um modelo teórico para se referir a um fenômeno ou sistema. As generalizações, por sua vez, consistem na elaboração de descrições ou explicações independentes de um contexto

particular. Amaral e Mortimer (2007) indicam ainda que na categorização da forma de abordagem ao conteúdo, os dados podem mostrar outras categorias que surgem com menor frequência, mas que desempenham um papel importante na construção do discurso na sala de aula, por exemplos, a narrativa científica, a exposição empírica e a exposição matemática.

A abordagem comunicativa é o aspecto central de análise da proposta, pois considera como o professor irá trabalhar as intenções e o conteúdo de ensino mediante as distintas intervenções pedagógicas. Os autores classificam esse aspecto da análise em termos de duas dimensões do discurso, a dialógica (ou não dialógica, considerada de autoridade) e a interativa (ou não interativa), que podem ser combinadas e dar origem a quatro classes de abordagem comunicativa. Na abordagem dialógica considera-se o que o aluno tem a dizer do seu próprio ponto de vista, considerando-se mais de uma voz (no sentido bakhtiniano) e havendo, assim, interanimação de ideias. O oposto disso, na abordagem de autoridade, o que o aluno tem a dizer é considerado apenas sob o ponto de vista científico, e somente uma voz é considerada, não havendo interanimação de ideias. A abordagem interativa caracteriza-se pela participação de mais de uma pessoa na ação comunicativa, e a não interativa, pela participação de apenas uma única pessoa.

Os padrões de interação são estruturas discursivas que emergem na medida em que professor e alunos alternam enunciandos na sala de aula que podem ter a função de iniciação do professor (I), resposta do aluno (R), avaliação do professor (A), *feedback* (F) e prosseguimento (P). Mortimer e Scott (2002) assinalam que o tipo mais comum de padrão de interação são as tríades I-R-A, ou seja, uma iniciação do professor, a resposta do aluno e avaliação do professor, entretanto, os autores sinalizam a possibilidade de que outros padrões possam ser observados, inclusive na forma de cadeias de interações não-triádicas, por exemplo, I-R-P-R-P... ou ainda, I-R-F-R-P. Em trabalhos posteriores algumas categorias propostas na estrutura analítica original foram expandidas para a produção de dados mais minuciosos Amaral e Mortimer (2007).

Por último, o aspecto “intervenções do professor” considera formas de intervenção pedagógica e foram classificadas em seis tipos: dar forma aos significados, selecionar significados, marcar significados-chave, compartilhar significados, verificar o entendimento dos alunos e rever o progresso do conhecimento científico.

Utilizamos a ferramenta descrita (exceto a dimensão dos padrões de interação) para a realização de uma análise qualitativa dos discursos produzidos na oficina com os licenciados

do PFC. O tempo de gravação da oficina foi de 10 (dez) horas. Após assistir os vídeos gravados, foram selecionados trechos da gravação para a transcrição. Essa seleção utilizou como critério a escolha de momentos das interações discursivas nos quais emergem significados, modos de pensar e formas de falar sobre química, importantes do ponto de vista das nossas intenções de pesquisa. Esse processo é descrito em mais detalhes na seção seguinte na qual descrevemos a construção dos episódios de ensino selecionados para a análise.

4.4.3 A construção dos episódios de ensino

Nossa investigação considera as estratégias apontadas pela etnografia interacional, a qual combina perspectivas etnográficas com a análise do discurso, na perspectiva de interpretar processos coletivos de aprendizagem que consideram a linguagem como construção sociocultural de cada grupo social (GEE; GREEN, 1998).

Nesse sentido, os processos de ensino-aprendizagem são compreendidos como socialmente construídos, sendo na interação entre os sujeitos no contexto de aprendizagem que se encontra uma forma de descrever e compreender esse fenômeno social. Por essa razão, a etnografia interacional propõe estratégias de organização dos dados de pesquisa em níveis múltiplos, a partir da elaboração de mapas que representem diferentes aproximações à dinâmica do contexto observado (AMARAL; MORTIMER, 2007).

É no contexto de tais mapas que se encontram os segmentos do discurso do contexto da sala de aula, agrupados em episódios de ensino. A ideia de episódios de ensino baseia-se na noção de enunciado de Bakhtin (2011). Esses mapas possuem fronteiras claras em termos de conteúdo ou das tarefas que nele são desenvolvidas, sendo essa uma estratégia da abordagem etnográfica interacionista de pesquisa (GEE; GREEN, 1998; AMARAL; MORTIMER, 2007).

Os mapas de atividade são úteis para a contextualização dos episódios na cadeia de ações e atividades estabelecidas no espaço social da sala de aula. Esse procedimento metodológico é importante, pois do ponto de vista bakhtiniano, todo enunciado é um elo na cadeia da comunicação verbal (BAKHTIN, 2011, 2014). Além disso, nos ajuda a escolher os episódios de ensino relevantes para a análise.

Na nossa investigação, elaboramos os mapas de atividades de cada encontro realizado com os sujeitos da pesquisa (no caso, quatro mapas de atividades), à medida que os registros em vídeo das aulas foram sendo assistidos e re-assistidos. Além das informações obtidas com

a observação dos vídeos gravados, as observações feitas durante as aulas e registradas de forma escrita nos ajudaram a compor os mapas.

As transcrições das interações discursivas dos episódios de ensino foram realizadas utilizando-se um código de sinais que expressam pausas, entonações nas falas dos participantes e outros elementos discursivos, baseados em Amaral e Mortimer (2007) e Carvalho (2007). Os episódios foram organizados na forma de sequências de turnos de fala e, posteriormente, foram selecionados aqueles que traziam enunciados envolvendo a significação do conceito de Química, de modo a nos dar uma ideia de como essa negociação de significados ocorreu ao longo de toda a sequência.

Foram selecionados 7 (sete) episódios de ensino para a análise, sendo 4 (quatro) episódios situados no primeiro encontro da oficina e 3 (três) episódios situados respectivamente nos três encontros seguintes. A análise que será apresentada em detalhes no capítulo 5 (cinco) buscou analisar os processos de significação sobre Química, destacando compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, em termos das zonas do perfil conceitual, e integrando as dimensões da estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados da nossa investigação. A construção do modelo de perfil conceitual para Química será discutida na primeira parte, no item 5.1, no qual trataremos da investigação dos três domínios genéticos, analisando assim a gênese do conceito de Química no domínio sociocultural (subitem 5.1.1), no domínio ontogenético (subitem 5.1.2) e do domínio microgenético (subitem 5.1.3). Os dois primeiros domínios foram discutidos a partir da investigação teórica e revisão da literatura. No último subitem (5.1.3), está incluída a análise dos resultados obtidos na investigação empírica com licenciandos de química, em sala de aula. No item 5.2, apresentamos uma matriz de significados construída a partir da análise desses domínios, e que será tomada como base para a proposição das zonas que constituem o perfil conceitual de Química.

5.1 A CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA

Neste item, descrevemos os resultados do percurso que nos levou à proposição de categorias e a construção de uma matriz de significados, a partir das quais foram propostas as zonas do perfil conceitual de Química, que pretendem caracterizar as diferentes formas de significar esse conceito. Mostraremos como as reflexões e produções no campo da Filosofia da Química contribuíram para fundamentar algumas zonas do perfil conceitual de Química e auxiliar na compreensão de aspectos envolvidos na reflexão acerca do caráter distintivo do conhecimento químico.

5.1.1 Uma gênese sócio-histórica para o conceito de Química: constituindo bases de um domínio sociocultural

Para a investigação da gênese do conceito de Química, tomamos como apoio dados oriundos de fontes históricas secundárias e, especialmente, produções que envolvessem análises epistemológicas da química. Com base nesses estudos de cunho epistemológico, selecionamos alguns contextos históricos que consideramos importantes e essenciais para a compreensão de como os diversos modos de pensar o conceito de Química se desenvolveram e se transformaram. Apresentaremos uma interpretação desses contextos, e ao longo disso, destacamos alguns compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estruturaram modos de pensar e formas de falar sobre química.

Escolher um ponto de partida para essa discussão é uma tarefa complicada por envolver o risco associado a uma necessidade de reportar a uma particular concepção de

química utilizada no nosso contexto histórico e, assim, incorrer em anacronismo. Além disso, como destaca Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a Química sempre foi herdeira de um território cuja multiplicidade ultrapassa qualquer definição *a priori*. Mesmo que tomássemos como marco inicial, registros que indicam as primeiras utilizações da palavra “química”, apresentadas pelos textos analisados, tal empreitada não seria suficiente, e isso fatalmente nos conduziria à busca de referências anteriores que fundamentem tal uso. Apesar da etimologia da palavra por si só não responder as nossas demandas, consideramos que tal recurso pode nos fornecer pistas e referências acerca do tipo de discursos e práticas vinculadas a ela. Para tanto, iniciaremos pela busca de referências que discutem a provável origem desse termo e suas relações com a alquimia.

O universo vitalista e a amálgama química-alquimia

A discussão sobre a origem do termo “química” é controversa na literatura historiográfica. Por um lado, admite-se que essa palavra tenha sido derivada da palavra egípcia para “negro”, designando ela própria a terra do Egito banhada pelo Nilo (KNIGHT, 1992), ao passo que, outros historiadores assumem que a mesma palavra deriva do verbo grego *chéo*, que significa verter um líquido, ou fundir um metal (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992). A segunda corrente de interpretação parece mais consensual, como ilustra a menção feita por Ganzenmüller (1949, p.399), no necrólogo de Julius Ruska (1887-1949) – um dos pioneiros no resgate histórico da alquimia – quando afirma que a palavra “química” não é derivada do egípcio “*chem*” (negro), mas do grego, e alquimia é a arte da fundição, em contraste às outras artes de colorir metais.

De acordo com Alfonso-Goldfarb (2001), o termo *chemeia* é de origem grega, lugar onde provavelmente tomou corpo a teoria que foi conjugada à prática alquímica. E, provavelmente, esse vocábulo tenha dado origem ao termo árabe *Kimiya* que posteriormente recebeu o prefixo *Al*, ao ser levado à Europa medieval. É em referência a essa arte hermética, que se conhecia originalmente como *chemeia*, que os mulçumanos interessados pela arte, com a tomada de Alexandria no século VII d.C., agregaram o prefixo, passando a ser *Alchemeia*, ou *Alchymia*, no Latim (BADILLO; MIRANDA, 2014).

Chassot (1996) afirma que já no século XV Paracelso, ou mais precisamente, Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) – sobre o qual falaremos mais adiante – suprimiu esse artigo, *Al*, originando assim, entre outras, as palavras modernas *chemia* (alemão), *chimie* (francês), *chemistry* (inglês), *chimica* (italiano) ou *química*

(antes, *chimica*, em português). Sobre essa localização histórica, Newman e Príncipe (1998) indicam que, ao que parece, é somente mais tarde no *Novum lumen chymicum* (1604) de Michael Sendivogius (1566-1636), que se começa a suprimir o prefixo “Al”, em um registro escrito, passando-se a utilização do termo “química”, como forma de designar esse conjunto de saberes e práticas da época.

A partir dessa observação, não há uma clara demarcação histórica entre alquimia e química. Essa distinção torna-se sutil e ao mesmo tempo delicada, pois as duas palavras foram usadas ao mesmo tempo entre fins do século XVI e início do século XVII. Nesse período é possível encontrar-se textos que utilizam o termo “química”, por exemplo, o *Novum lumen chymicum* (1604) de Michael Sendivogius (1566-1636), citado anteriormente, bem como utilizando o termo “alquimia”, como na obra *Alchemia* (1597) de Andreas Libavius (1550-1616). Esse último, embora tenha intitulado seu texto nesses termos, conservando-se a denominação antiga, na sua obra não se encontra ideias relacionadas à transmutação do ouro, o que pode indicar mudanças nas intencionalidades da atividade descrita (NEWMAN; PRINCIPE, 1998), ao contrário de Paracelso que, segundo Koyré⁶, citado por Alfonso-Goldfarb (2001, p.144), não é nada além de um filho de sua época, porque nele se combinavam, ao mesmo tempo, a magia e a medicina, a astrologia e a alquimia.

Estamos situando essa discussão nas bases da alquimia alexandrina, por ser esta considerada a primeira forma de alquimia propriamente dita no mundo helenístico (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Ao tratar da alquimia, não estamos propondo uma dicotomia de terrenos bem delimitados, nos quais, a alquimia representaria uma era “pré-científica” da química, como pressupunha uma leitura positivista (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992), mas, buscando nessas referências, a gênese de significação do termo para o qual temos o interesse de analisar.

Uma imagem muito popular da alquimia está identificada com o pensamento mágico e oculto de seus praticantes, para além de qualquer valor científico. No entanto, nas últimas décadas tem havido uma valorização histórica da alquimia (BADILLO; MIRANDA, 2014), resgatando a análise do conjunto de práticas experimentais e textuais relacionadas ao estudo de materiais, que foram feitos desde a antiguidade. A alquimia foi estudada por muitas décadas, como tem mostrado o periódico *Ambix*, jornal da *Society for the History of Alchemy*

⁶ KOYRÉ, Alexandre. *Mystiques, spirituels, Alchimistes du XVIe siècle Allemand*, p.83.

and Chemistry (SHAC), totalmente dedicada à história da alquimia, e que publica trabalhos nesse domínio desde 1937 (PAIRÓ, 2015).

Por causa dessa valorização dos estudos historiográficos sobre a alquimia, a clássica separação, que associa a alquimia ao vitalismo e a química moderna ao mecanicismo cartesiano, é criticada por alguns historiadores sob a ótica do anacronismo. Não se pode simplificar dizendo que a transição da alquimia à química corresponde à ascensão desta à ciência (CHASSOT, 1996). Uma leitura mais cuidadosa e precisa dos textos alquímicos do período de meados do séc. XVI mostra que a química e a alquimia estavam mais estreitamente relacionadas do que se acreditava. As investigações recentes sobre as notas e cadernos de laboratórios alquímicos mostram que esses praticantes realizavam um trabalho complexo, sistemático e escrupuloso, com procedimentos acessíveis e replicáveis, em rotinas quase diárias de repetição de operações, acompanhadas de conclusões (PAIRÓ, 2015).

Como apontamos anteriormente, uma referência importante desse complexo cenário de utilização simultânea dos termos química e alquimia, pode ser encontrada na obra *Alchemia* (1597) de Andreas Libavius (1550-1616). Essa obra, como já dissemos, caracteriza-se pela iniciativa pioneira da busca de se tirar elementos místicos e religiosos na tentativa de atacar as pretensões filosófico-místicas dos paracelsianos, denunciando seu caráter antirreligioso, idólatra, satânico, propondo um regresso aos quadros escolásticos tradicionais e atribuindo à prática química uma didática organizada por definições sucessivas com vistas a ordenar de modo racional a exposição dos conhecimentos químicos (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.39-40). Libavius define, portanto, a alquimia como a “arte de preparar precipitados e essências puras a partir de misturas”, sendo a destilação uma das melhores vias de se preparar precipitados. Em seu livro, há duas partes bem diferenciadas: a primeira refere-se às “operações da química” e indica que a química é “a parte da alquimia que se ocupa da obtenção das espécies químicas” (PAIRÓ, 2015, p.228).

É pelas razões apresentadas, que parece ser um consenso na historiografia que foram os alquimistas artesãos, metalurgistas, tintureiros e cultivadores de ervas e plantas medicinais quem contribuíram significativamente para preparar o caminho que conduziria à criação da química (BADILLO; MIRANDA, 2014). Logo, a química atual é herdeira de uma grande quantidade de ofícios e tradições que influenciaram a vida diária de todas as culturas. Essas tradições se concretizaram em técnicas que requeriam um local específico para desenvolvê-las, os laboratórios, que, da forma como os conhecemos hoje, é uma daquelas heranças

compartilhadas com outras ciências e que caracterizam o trabalho da química como uma ciência experimental (CHAMIZO, CASTILLO; PACHECO, 2012).

No contexto dessa discussão, citamos também a única obra conhecida de Marie Meurdrac, tida como um exemplo paradigmático da contribuição feminina à alquimia (PAIRÓ, 2015), *La Chymie charitable et facile, em faveur des dames*, cuja primeira edição é datada de 1656.

Para evitar a confusão terminológica entre a situação da química e da alquimia no século XVII, Newman e Príncipe (1998) propõem a expressão “*chymia*” para designar muitos trabalhos dessa época. Esse termo pode ser aplicado à Marie Meurdrac, já que seus trabalhos se encontram com uma forma de aproximação que não poderia ser classificada nem de química, nem de alquimia, senão no contexto desse momento de transição que poderia denominar-se “*chymia*” para evitar sua conexão direta com os termos atuais (PAIRÓ, 2015).

No livro de Marie Meurdrac, composto de cinco seções, são discutidos: princípios e operações da química; os vegetais; os animais; os metais; a preparação de remédios e uma seção especialmente dedicada às mulheres voltada à orientações cosméticas (TOSI, 1996). A sua definição de química aparece no primeiro capítulo da primeira parte, que trata do sal:

“A Química tem por objeto os corpos mixtos divisíveis e solúveis sobre os quais age para extrair os três princípios, que são: sal, enxofre e mercúrio, o que faz por meio de duas operações gerais, solução e congelção ” (TOSI, 1996, p.442)

Pode-se destacar aqui um compromisso ontológico com os três princípios paracelsianos, considerando, entretanto, cada um deles como constituído de três outros:

“Todas as coisas que são no mundo provêm de um e esse um produz três: o que nos pode dar uma ideia do mistério adorável da Trindade, não somente em cada sujeito mas em cada princípio. Vimos nos capítulos precedentes três classes de sal e três condições de enxofre. É também o caso dos três diferentes mercúrios os quais, como já disse no capítulo do sal, procedem de um só e se diversificam pela mistura dos outros dois princípios” (TOSI, 1996, p.442)

É possível observar nessa obra constantes referências às doutrinas bíblicas e à Paracelso, embora não o citando explicitamente.

“Mas como todas as coisas são deste mundo participaram da punição do homem, precisam ser preparadas a fim de retirar as más qualidades a reunir os princípios puros e limpos de toda a corrupção e proporcionar a saúde à parte doente. É o que faz a Química, ao realizar a divisão das substâncias e ao fazer os medicamentos puros, e abertos, capazes de penetrar até a parte mais escondida e interior do nosso corpo” (TOSI, 1996, p.443)

Esse pequeno tratado de Marie Meurdrac é, sobretudo, uma obra prática que pode ser comparada ao *Traité de la Chimie* (1663) de Christophle Glaser (TOSI, 1996), no qual

também encontramos essa adesão ao compromisso de situar a química como ferramenta útil à medicina (NEVILLE, 1965), percepção marcante da filosofia paracelsiana (BENSAUDEVINCENT; STENGERS, 1992).

Apesar da manutenção e vínculo aos “princípios” constituintes dos corpos, clara herança alquimista, Paracelso representa uma ruptura que trouxe consequências e resultados importantes, tais como, a aplicação de minerais no solo, o estudo das águas minerais, o trabalho em fórmulas minerais para remédios, atribuindo-se causas químicas às doenças, a ainda contribuições como o trabalho de Van Helmont (1579-1644) que, praticamente, abandona a relação macro-microcosmo, para tentar dar um *status* próprio à química, já que considerava esta como um modelo para o funcionamento da natureza (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Esse autor, mais tarde, irá desprezar definitivamente a química dos princípios de Paracelso, afirmando que só poderia haver dois elementos, o ar e a água que se encontram em todo o mundo material, já que o fogo é imaterial e a terra é feita de água (BADILLO; MIRANDA, 2014).

Mesmo com os esforços de Van Helmont, e de alguns de seus seguidores, não foi possível evitar a transmissão da ideia de que a química serviria apenas como um instrumental da medicina para as futuras gerações (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Ainda assim, considera-se que a origem do que se costuma afirmar da química como ciência experimental pode ser atribuída ao trabalho cuidadoso e sistemático de Van Helmont, embora, se considere que o conceito atual de experimento em química se aproxime mais da obra de Lavoisier (BADILLO; MIRANDA, 2014).

Em outra importante obra desse período histórico, o livro *Cours de Chymie* publicado em 1675 por Nicolas Lemery (1645-1715), considerada uma referência crucial de divulgação da química do século XVII, o autor enfatiza a utilidade da ciência química para a medicina e, em seu sumário, a química é apresentada como a “arte de separar misturas” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Em síntese, até pelo menos às duas últimas décadas do século XVII, os termos “alquimia” e “química” eram tomados como sinônimos (NEWMAN; PRINCIPE, 1998) e a simples análise da supressão do artigo árabe “Al” para fazer referência à química é um processo para o qual não há uma razão de peso, e isso se vai produzindo pelo uso e economia na linguagem (BADILLO; MIRANDA, 2014).

Mesmo com o Renascimento, a química ainda não ganha prestígio entre as ciências, e nem ainda com o iluminismo, que ainda associava a química a rituais mágicos, em razão de seus métodos experimentais estarem ainda muito distantes das propostas metodológicas concebidas por Newton para explicar o Universo (CHASSOT, 1996).

Até mesmo em meados do século XVIII, a *Encyclopédie Française*, produzida sob a direção de Diderot (1713-1784) e D'Alembert (1717-1783), afirmava que a química era uma ciência pouco cultivada e “muito mal difundida”, sendo os químicos “um povo distinto, muito pouco numeroso, com suas línguas, suas leis, seus mistérios, quase isolados no meio de algumas pessoas curiosas para conhecer as suas atividades, que não esperavam praticamente nada de sua arte” (PAIRÓ, 2015, p.228). Ainda nesse período histórico, encontramos o uso do termo “alquimia” sendo aplicado quase que exclusivamente a temas relacionados à transmutação dos metais, enquanto que “química” era cada vez mais definida como a arte de análise e síntese (NEWMAN; PRINCIPE, 1998).

Introduzindo-se nos moldes mecanicistas

A configuração do paradigma de ciência newtoniano do século XVII, que rompia com os moldes aristotélico-escolásticos, e que introduzia critérios demarcadores de experimentação, leis matemáticas gerais, e o abandono do vitalismo da época, influenciam sobremaneira a química, e aqui destacamos o trabalho de Robert Boyle (1677-1691) que buscou introduzir esse universo mecanicista na química.

No entanto, esse movimento não se deu de forma instantânea e imediata. Segundo Izquierdo-Aymerich (1988), essa nova orientação racionalista não deu frutos imediatos à química e as teorias se mantiveram mais propensas aos esquemas vitalistas (da escola alemã de Johann Becher (1635-1682) e Georg Stahl (1659-1734)) que pareciam mais adequados ao estudo das propriedades dos corpos e, portanto, mais aptos a impulsionar a experimentação química da época, e a teoria do flogisto se mostrava, então, mais operacional para caracterizar individualidades químicas e processos diferentes.

A tentativa de Boyle de transformação da imagem da química no século XVII esteve articulada a uma mudança da própria figura do cientista. Na sua conhecida obra, *The Sceptical Chymist*, de 1661, vê-se com ele uma preocupação de expor as fragilidades da alquimia e mostrar um químico mais cientista (CHASSOT, 1996), pois, os “homens da ciência” da época associavam a química a alquimistas charlatães, rudes artesãos, cujas ideias não mereciam um lugar entre aquelas da nova “filosofia natural” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Em outras

leituras historiográficas, a atribuição feita a Boyle como principal responsável por marcar o fim da alquimia e início da química moderna, parece ser mais bem estabelecida, como explica Chassot (1996).

Sobre o conhecimento da química até a época de Boyle, destaca-se que, enquanto o estudo dos fenômenos astronômicos e físicos pareciam caminhar cada vez mais voltados ao novo modelo mecanicista de universo, os estudos referentes à química permaneciam à margem da “nova filosofia”, pois estavam tão profundamente ligados à antiga visão de mundo, permeada pelas “qualidades” e “simpatias” herdadas da antiga cosmologia, que observá-los sobre uma nova ótica, em termos exclusivos de matéria e movimento, consistia em uma tarefa complicada (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

É nesse tempo, como destaca Bensaude-Vincent e Stengers (1992), que começa a surgir a ideia de subordinação da química à física, já em meados do século XVII. O secretário perpétuo da *Académie Royale des Sciences*, Bernard Le Bouyer de Fontenelle (1657-1757), escreve em 1699 que:

“A química, através de operações visíveis, transforma os corpos em certos princípios imperfeitos... a física, através de especulações delicadas, age sobre os princípios como a química o fez sobre os corpos; ela transforma-os noutros princípios ainda mais simples... O espírito da química é mais confuso, mais oculto; parece-se mais com as misturas, onde os princípios estão mais confundidos uns com os outros; o espírito da física é mais simples, mais livre, enfim, remonta até às primeiras origens, e outro não vai até ao fim” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.62)

Com os trabalhos de Boyle, a química iniciará seu complexo e irreversível processo de incorporação como domínio científico legítimo junto à nova “filosofia natural”, embora iniciando seu percurso, de certa maneira, pelas vias da alquimia (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). O projeto epistemológico boyleano era, portanto, o de integrar a química a esse novo saber universalizado e introduzir o universo naturalista no uso da química.

Essa busca de identidade da química como ciência, segundo a perspectiva de Bensaude-Vincent e Stengers (1992), é uma história constante de duras batalhas em defesa de sua dignidade e reconhecimento. Ao buscar a ocupação de um território da ciência química no seio da filosofia natural do séc. XVII, Boyle sofreu muitas críticas pelos praticantes da química de sua época, alguns dos quais consideravam a química como um estudo com objeto próprio e, portanto, distinta das demais “ciências naturais”, não havendo, portanto, a necessidade de aproximá-la da física, uma vez que esta poderia absorver aquela (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

É importante dizer de passagem que Boyle, em sua profunda religiosidade, tem na teologia uma influência relevante no seu empreendimento epistemológico, pois a ideia de que há um curso ordinário da natureza, marcante no contexto do século XVII, é fundamental, pois, essa, ao ser concebida como um conjunto de relações necessárias de causas e efeitos, encontra na matemática um lugar privilegiado, porque opera com necessidades absolutas. Ao se aderir a isso, abre-se lugar para a contingência, o possível e o milagre no âmbito da filosofia natural e para a maioria dos grandes filósofos da *Royal Society*, as descobertas da nova filosofia experimental confirmavam suas crenças religiosas, as quais enxergam em Deus a causa última de tudo. É esse pano de fundo teleológico que aponta limites claros para o entendimento humano, isso quer dizer, em outras palavras, que a razão humana não é soberana. Já na esfera teológica isto implica que o homem não deve fazer julgamentos a respeito das coisas privilegiadas; e no registro epistemológico, significa que a nova filosofia experimental da natureza será sempre imperfeita e limitada (ZATERKA, 2001).

No âmbito epistemológico, os limites impostos à razão direcionam os esforços para uma postura experimental na qual as hipóteses terão um papel chave. Em seu projeto científico-filosófico ele só poderia ter como fundamento gnosiológico a experimentação, e nunca a matemática. Essa filosofia imbuída de valores cristãos, sustentada pelas noções de contingência e possível, fornece os alicerces da sua proposta que pretendia dar à química um lugar no seio da nova filosofia natural (ZATERKA, 2001).

Nesse sentido, parece ser o pressuposto teológico de Boyle, no bojo das ideias de possível e de contingência, que fornece a base para o seu trabalho no domínio epistemológico. Segundo Zaterka (2002), esses pressupostos teológicos de Boyle lhe forneceram importantes elementos para pressupor uma concepção ontológica que necessariamente reflete a sua filosofia natural.

É importante destacar aqui que não estamos buscando na obra de Boyle um “precursor” da química moderna, empreendimento criticado, segundo a historiografia mais atual, que concebe cada época de acordo com suas particularidades históricas, e que, portanto, buscar uma linha regular para o conhecimento humano constitui uma espécie de história “a-histórica” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Nesse processo de transição e conquista de um território, enquanto a química no século XVII surge como uma disciplina no sentido de “matéria ensinada”, estreitamente ligada à medicina e às práticas artesanais como metalurgia, perfumaria, no século XVIII,

passa a ser reconhecida como uma ciência completa, autônoma e legítima, assentada em bases sólidas e fonte de aplicações úteis ao bem público (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Indícios de configuração de uma identidade

Na leitura de Izquierdo-Aymerich (1988), é a teoria do flogisto que direcionará a experimentação química no século XVIII, por fornecer um sistema explicativo que permitia uma interpretação única dos dois fenômenos largamente estudados na época, a calcinação e a combustão dos metais, e punha em evidência os seus aspectos comuns. Além disso, a teoria impulsionou numerosas experimentações que fez com que ao final do século XVIII fosse possível afirmar que a química já era um edifício consolidado e acabado (IZQUIERDO-AYMERICH, 1988), demonstrando o valor da química stahliniana, que recusa submeter-se ao modelo mecanicista de raízes newtonianas (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Esse mecanicismo, que toma por base ontologias atomistas, – das quais o corpuscularismo é um exemplo – falha quando se leva em contato um caráter distintivo da química, que é caracterizada por lidar com fenômenos envolvendo interações seletivas das transformações que ocorrem entre as substâncias, e a busca do conhecimento dessas entidades seletivamente relacionadas favorece uma ontologia das relações internas que permeia os sistemas de linguagem e classificação que são centrais para a química, de acordo com Bernal e Daza (2010). Nessa direção, tal ontologia se opõe diretamente a ontologias atomistas, mais notavelmente o corpuscularismo, o que explica o fracasso dos sistemas atomistas bem conhecidos da química dos séculos XVII e XVIII.

Para apoiar essa argumentação, Bernal e Daza (2010) analisam, como exemplo, a contribuição de Etienne-François Geoffroy (1672-1731), que em 1718 publica sua *Table des rapports entre les substances chimiques*, e que se propunha, dentre outras coisas, a fornecer um sistema explicativo-preditivo da seletividade das reações químicas no século XVIII. Geoffroy não estava comprometido com a ontologia corpuscular, utilizada na época, antes, estava mais interessado no fato de que as substâncias químicas apresentavam certas preferências em reações, e por isso, empreendeu um esforço de avaliação das relações seletivas. Tal empreitada representou um sucesso que foi essencial para o desenvolvimento da química, pois, além de sistematizar um conjunto acumulado de dados empíricos, fornecia uma sólida base para a previsão de outras reações.

Conforme defendido por Bernal e Daza (2010), essa rejeição ao corpuscularismo foi fundamental para o alcance desse sucesso, porque essa maneira de conceber as relações forneceu um destaque à categoria de seletividade. O interesse de Geoffroy pelas “preferências em reações” das substâncias conduziu a uma abordagem que tacitamente concebia as relações de uma forma tal que permitiu que a seletividade se tornasse a principal origem do seu poder epistêmico.

Com a tabela de Geoffroy a função explicativa dos “princípios”, responsáveis das qualidades, é substituída pelas “relações”, introduzindo uma nova prática sistemática, na qual a “matéria” deve ser compreendida a partir da relação, e pode ser explorada a partir das possibilidades de criação e destruição das relações (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Bernal e Daza (2010) defendem, portanto, que essa característica de seletividade das relações químicas expõe a fragilidade de uma ontologia corpularista e essencialista, como se faz na física, já que o corpuscularismo concebe as relações como externas e as qualidades como essenciais aos corpos.

A discussão até aqui apresentada sinaliza para o contexto histórico das mudanças profundas ocorridas na química entre os séculos XVII e XVIII. Dentro de uma reflexão filosófica, a química como ciência abrange as dimensões epistemológica, ontológica e axiológica. A historiografia da química sofre influência da visão de ciência produzida pela física, dando muita ênfase às noções de leis e teorias, e seguindo essa tradição, uma ciência seria caracterizada como madura, apenas quando possuísse leis e teorias bem formuladas e se possível axiomatizadas. A maioria dos historiadores da química aponta Lavoisier como protagonista da grande revolução, ou evolução química no século XVIII. Vendo por outra ótica, por exemplo, a de constituição de uma linguagem, teríamos então em Dalton, no século XIX, o critério demarcador. Se víssemos pelo critério da prática ou critério da relação instrumental, já com Robert Boyle no século XVII teríamos atingido a transição para a química científica (RIBEIRO; PEREIRA, 2013).

Nesse quadro de tensões, Bensaude-Vincent e Stengers (1992) trazem uma contribuição importante para a análise da constituição da identidade da química ao longo da história, destacando a necessidade de se articular três registros para localizar a química, quais sejam, as práticas instrumentais, as profissões e as instituições, e que a cada aspecto ou perfil da disciplina corresponderia um perfil do químico. No quadro 5 a seguir, sistematizamos essa

análise apresentada pelas historiadoras francesas na obra *História da Química*, edição portuguesa de 1992.

Quadro 5 – Representação sistemática dos perfis da Química e dos químicos ao longo da história, de acordo com Bensaude-Vincente e Stengers (1992).

Período	“Perfil” ⁷ da química	Perfil dos químicos
Séc. XVII	Variedade polimórfica das práticas artesanais e das tradições culturais.	Alquimistas-médicos, metalúrgicos, místicos, como também céticos, racionalistas. Sem uma identidade coletiva.
Séc. XVIII	Química conquistadora que reivindica sua legitimidade como ciência.	Físicos ou médicos por formação, acadêmicos, demonstradores que difundem o saber através de experiências em público.
Séc. XIX	Química acadêmica e profissional.	Professores de química.
Séc. XX	Química no mundo da produção e do trabalho: paisagens industriais.	Químicos empreendedores ou engenheiros.
Contemporaneidade	Um território progressivamente desagregado em múltiplas subdisciplinas.	Um químico de serviço, que trabalha no exterior e mobiliza a sua especialidade em diversos setores de investigação e produção.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Bensaude-Vincente e Stengers (1992)

Na proposta sistemática de Bensaude-Vincent e Stengers (1992), que destacamos a partir de agora, a reivindicação da legitimidade da Química pode ser ilustrada no artigo *Chymie* de Gabriel Venel (1723-1775), na *Encyclopédie* (1753) de Diderot (1713-1784) e D'Alembert (1717-1783). Venel diferenciava a alquimia da química atribuindo a essa última a qualidade de ciência que se ocupa das separações e das uniões dos princípios constituintes dos corpos (NEWMAN; PRINCIPE, 1998). Ele apela nos seus escritos a um “novo Paracelso”, que daria à química a posição que merece entre as ciências (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992). Essa marginalização da imagem da química fornecerá no século XVIII, e depois no século XIX, um modo de defini-la como sendo a alquimia que se tornou a “outra”,

⁷ Estamos usando o termo entre aspas para diferenciá-lo do perfil conceitual e, também porque estamos conservando a designação atribuída pelas autoras na obra.

assumindo-se a chegada da racionalidade como critério de ascensão da química. Pierre Josph Macquer (1718-1784) em seu *Dictionnaire de Chymie* escreve:

“A química... felizmente apenas o nome em comum com aquela química antiga, e mesmo esta conformidade é ainda um mal para ela, porque é um mal para uma filha plena de espírito e de razão, mas pouco conhecida, ter o nome de uma mãe famosa pelas suas inépcias e pelas suas extravagâncias” (Artigo “*Chymie*” Tomo I da edição de 1778, p.373, citado por BENSUADE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Para discutirmos esse processo de mudanças, tomaremos ainda aqui as sistematizações propostas por Jensen (1998) e Chamizo (2011) acerca das revoluções ocorridas na química. No artigo do primeiro autor, é apresentada uma proposta de três revoluções, enquanto que o segundo, por sua vez, propõe cinco revoluções. Jensen (1998) faz uma reconstrução histórica a partir de três categorias, assim denominadas pelo autor: molar, molecular e quântica. A primeira refere-se à construção de modelos macroscópicos e tem Lavoisier como representante; a segunda considera o microscópico, a proposição da estrutura molecular, o atomismo de Dalton; e, a terceira lida com as interações entre as partículas, com fortes contribuições da mecânica quântica, radioatividade e espectroscopia.

Cenários revolucionários: buscando a legitimidade enquanto ciência

No quadro 6 reproduzimos as revoluções da química segundo a análise de Jensen (1998) e Chamizo (2011, 2017), com a ampliação da quarta e quinta revoluções propostas pelo último autor.

Quadro 6 – Revoluções da química na perspectiva de Jensen (1998) e Chamizo (2011).

Revolução	Período	Características gerais	Protagonistas
Primeira	1770-1790	Química quantitativa Linguagem	A. L. Lavoisier
Segunda	1855-1875	Congresso de Karlsruhe Química molecular Valência Tabela periódica Química orgânica industrial Espectroscopia	S. Cannizzaro A. Kekulé E. Frankland D. Mendeleiev W. Perkin R. W. E. Bunsen
Terceira	1904-1924	Química Elétrica Química Nuclear Raios X Fisicoquímica	M. Curie G. N. Lewis F. Soddy W. L. Bragg W. Ostwald
Quarta	1945-1965	Química instrumental Química computacional Química e Bioquímica orgânica sintética Química macromolecular	L. Pauling R. Woodward R. Hoffmann H. Staudinger

			A. J. P. Martin
Quinta	1973-1993	Química ambiental Química organometálica Química supramolecular Nanoquímica	M. Molina G. Wilkinson J. M. Lehn H. Kroto

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Jensen (1998) e Chamizo (2011).

Em artigos mais recentes, Chamizo (2014, 2017) apresenta uma caracterização das três primeiras e quinta revoluções (com os períodos históricos próximos ao artigo de 2011) destacando-se nesse processo o papel dos instrumentos nas revoluções. No texto de 2014, o autor apresenta uma interpretação da história da química em termos de três momentos revolucionários. Tais momentos são considerados com base na noção kuhniana de “exemplar” ao invés de “paradigma”. Ele argumenta que essa abordagem permite a incorporação de instrumentos bem como conceitos no processo revolucionário e, por isso, Chamizo defende que os instrumentos têm sido “instrumentais”, “exemplares”, que forjam revoluções químicas.

Na literatura da pesquisa historiográfica da química e, em outros casos, do ensino de química é muito comum encontrarmos trabalhos que utilizam a proposta epistemológica de Thomas Kuhn como referencial de análise da revolução química no século XVIII. Entretanto, convém destacar que existem críticas a esse uso tais como as relevantes razões apontadas por Blumenthal (2013), que ao examinar e aplicar as noções kuhnianas de “crise”, “ciência normal”, bem como a ideia de “competição entre diferentes escolas pelo posto de paradigma da comunidade”, ou a fase “pré-paradigmática”, encontra vários problemas de concordância com os fatos históricos, sugerindo uma limitação desse olhar teórico, para o caso particular da química. Blumenthal (2013) conclui que nem as atividades dos flogistas, nem o trabalho de Lavoisier encaixam-se em nenhuma das três categorias centrais da epistemologia de Kuhn. Não é nosso objetivo aqui entrar nessa discussão, já que o foco é a identificação de compromissos que cercam a noção de química nos diferentes contextos históricos, e os textos analisados, mesmo que utilizando a epistemologia kuhniana, poderão fornecer bases para a identificação desses compromissos sem maiores prejuízos.

As revoluções de que trata o texto de Chamizo (2014) são nomeadas a partir do tipo de entidade química que surgiu em cada uma delas. Nesse sentido, teremos: átomos (1766-1808); moléculas e isômeros (1831-1860); elétrons e isótopos (1897-1923).

Chamizo (2011, 2014) estabelece, portanto, a primeira revolução ocorrendo com o surgimento da química pneumática e do desenvolvimento de diversos instrumentos para o isolamento e estudo de vários tipos de “ares”, ou seja, o isolamento do que hoje reconhecemos

como gases. O uso da balança de Lavoisier e a incorporação da entidade estrutural “átomo” são características centrais dessa primeira revolução, e com ela temos a cuba pneumática e a própria balança tornando-se instrumentos de cada dia dos laboratórios de química. As transformações na linguagem química, a preocupação com o rigor quantitativo no tratamento dos fenômenos estudados e a introdução da noção de átomo químico caracterizam esse momento histórico de mudanças, merecendo destaque as contribuições de Henry Cavendish (1731-1810), Joseph Priestley (1733-1804), Antoine Lavoisier (1743-1794) e John Dalton (1766-1844).

Esses desenvolvimentos nos aparatos instrumentais foram importantes também com as contribuições dos trabalhos de Klaproth (1743-1817), reconhecido por Berzelius, como o maior químico analítico daquele tempo na Europa. Métodos estabelecidos de análise são modificados e aperfeiçoados por Bunsen (1811-1889) e Kirchhoff (1824-1887), que fundou a análise espectral. Tais desenvolvimentos permitirão aos químicos contar com outros instrumentos. Em 1729, Bouguer (1698-1758) inicia a colorimetria, cujos desenvolvimentos posteriores são devidos a Lambert (1728-1777) e Beer (1825-1863), esse último já no contexto do século XIX (GALEGO-BADILLO et al, 2006).

A marca característica desse novo enfoque quantitativo é, na visão de Caldin (2002), uma importante transformação, pois, antes do desenvolvimento da química moderna, os alquimistas foram adeptos da observação de mudanças qualitativas durante as reações químicas, tais como, mudança de cor, limpidez, volatilidade, etc., mas, com a introdução do uso quantitativo da balança, um progresso em termos teóricos foi alcançado, e permanece até hoje na química.

Analisando a introdução dessa instrumentação na química, nesse primeiro período revolucionário, Bensaude-Vincente e Stengers (1992) destacam os termômetros, o calorímetro, o gasômetro, o aerômetro, e principalmente as balanças, como ferramentas que oferecem uma possibilidade de controle dos fenômenos, abrindo uma via de passagem entre ciência e técnica. Assim, para as autoras, a balança representa não só um instrumento privilegiado do químico no laboratório, mas um conceito organizador, um instrumento de argumentação que cria o palco da prova. Tais modificações também contribuem para que a química alcance um bom lugar nas academias, nas universidades e junto ao público esclarecido.

Outro aspecto importante a se destacar, com a configuração desse programa de pesquisa da química pneumática, é a formação de uma comunidade científica da química, que com a caça dos diferentes tipos de ares estando aberta, sob as lentes teóricas da teoria do flogisto, desenvolve-se por toda a Europa. Bensaude-Vincent e Stengers (1992) destacam que de Upsala a Paris, de Londres a Berlim, os químicos europeus estavam constituindo uma verdadeira rede de troca de correspondências, viagens, revistas, etc., que ajudaram a dar visibilidade à química como ciência.

Nesse sentido, é possível observar que gradualmente as elaborações dos químicos se tornaram cada vez mais instrumentais, algo que foi alcançado com a iniciação e desenvolvimento da química quantitativa difundida por Lavoisier. Em seu projeto de reforma da nomenclatura química da época, o químico francês contou com a parceira dos colaboradores Guyton de Morveau (1737-1816), o idealizador do projeto, Claude Bertholet (1748-1822) e Antoine Fourcroy (1755-1809), resultando no *Méthode de nomenclature chimique* (1787). Esse livro representa uma verdadeira arma contra a teoria do flogisto, batalha que só foi possível de ser encarada à custa de muita persuasão, correspondências enviadas aos químicos, jantares, e a criação de uma nova revista, os *Annales de chimie*, fundada em 1789 (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Lavoisier irá atribuir à química novas condições de práticas, em torno da análise, atribuindo-lhe um programa e um fim, como deixou expresso ao dizer que:

“A química, submetendo os diferentes corpos da natureza à experiência, tem como objetivo decompô-los (...). Caminha então para o seu objetivo e para a sua perfeição dividindo, subdividindo e resubdividindo ainda e ignoramos quais serão os seus resultados finais” (LAVOISIER, Tomo I, p.136-137, citado por BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Estany (1996) ao analisar a revolução química do século XVIII, destaca as mudanças ontológicas que se produziram ao se mudar o sistema de referência, das teorias de Stahl, com o flogisto, para a teoria de Lavoisier, com o oxigênio. Logo, compromissos ontológicos e epistemológicos diferentes são colocados em pauta, ao se compreender que as mudanças se deram tanto no corpo teórico, como na metodologia, na ontologia, nos instrumentos e nos campos de aplicação. Enquanto Stahl falava de corpos e materiais da natureza, Lavoisier se apoia na noção de elemento para fundar sua proposta.

Pouco depois da reforma da nomenclatura, Lavoisier publica o *Traité élémentaire de chimie* (1789). Thomas Kuhn considera o *Traité*, junto com a *Física* de Aristóteles, o *Almagesto* de Ptolomeo, os *Principia* e a *Óptica* de Newton, a *Eletricidade* de Franklin, e

Geologia de Lyell, como obras que serviram implicitamente, durante certo tempo, para definir os problemas e métodos legítimos de um campo de investigação para gerações futuras de cientistas (KUHN, 1970, p.22). Na consideração de Chassot (1996) o trabalho de Lavoisier foi o grande ponto de virada da química e o definidor da ascensão da mesma ao rol das ciências. Esse tratado aparece como a conclusão e coroação da revolução química, sendo considerada a primeira obra da química moderna (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

O início da segunda revolução química é identificado com a definição do conceito de isômeros por Berzelius (1779-1848), e do uso generalizado do aparelho de Liebig (1803-1873) para a determinação da composição molecular. Introduz-se aqui a noção de molécula e inaugura-se uma nova subdisciplina na química, a orgânica. Acrescenta-se a isso, o trabalho de Louis Pasteur (1822-1895) com o polarímetro. As novas transformações na linguagem, as moléculas, a valência, a periodicidade e os isômeros são conceitos importantes dessa revolução na análise de Chamizo (2011, 2014). Nomes como o de Berzelius (1779-1848), Liebig (1803-1873), Pasteur (1822-1895), Kekulé (1829-1896), Canizarro (1826-1910), Frankland (1825-1899) e Mendeleev (1834-1907) podem ser citados como representantes dessa segunda revolução.

Sobre as moléculas, convém destacar que o desenvolvimento do modelo clássico da noção de estrutura molecular, como um agrupamento de átomos geometricamente fixos e arranjados, conferiu à química um modelo com alto poder explanatório, aplicável a problemas não apenas na disciplina nas também nas ciências físicas e biológicas (MORTIMER, 1997). Embora a proposição da ideia de um carbono tetraédrico tenha sido antecipada por outros, Van't Hoff (1852-1911) e Le Bel (1847-1930) reconhecem a íntima relação entre geometria e atividade ótica, estabelecendo uma relação direta entre estrutura e propriedades físicas, o qual se tornou um princípio fundamental para o desenvolvimento de um programa de pesquisa em estereoquímica (CINTAS, 2002), e constituição de um dos pilares da química moderna.

No século XIX, a química aparece como ciência de ponta e a própria imagem do progresso, desempenhando um papel pioneiro na organização das ciências, pois é a primeira disciplina a organizar um evento internacional de especialistas, em 1860, o Congresso de Karlsruhe (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Na análise de Bachelard (1977) sobre o trabalho de Mendeleev, é destacado o caráter racional adquirido pela química como ciência das substâncias que chega a predizer, antes da descoberta efetiva. Para Bachelard (1977) a tabela de Mendeleev é uma das páginas mais

filosóficas das ciências e que inaugurou o que ele chamou de “química sincrética”, pois, a ordenação dos elementos é feita com base em duas variáveis (neste caso, o peso atômico e a valência) em não somente seguindo classificações lineares de organização em famílias. Por essa razão, Bachelard (2009) considerava que, com Mendeleev começa-se para a química geral uma nova era, que entreviu uma doutrina geral das qualidades particulares e preparou a harmonia das substâncias, em oposição ao caráter de distinção dos elementos químicos por suas características qualitativas e ponderais singulares, bem representadas com Lavoisier e Dalton.

Bachelard (1977) também discute que esse átomo, pelo próprio fato de que é definido em uma organização racional da experiência química, adquire novo status ontológico. Analisando o atomismo daltoniano, Bernal e Daza (2010) apresentam uma argumentação de que tal proposta pode ser apresentada como uma ontologia de relações internas, mais coerente e viável para a abordagem química. De um ponto de vista essencialmente químico, o atomismo daltoniano pode ser pensado em referência aos métodos químicos experimentais, não para qualquer realidade newtoniana subjacente.

Ao contrário dos “átomos físicos”, os “átomos químicos” são assim denominados para que possa enfatizar o sentido químico desta entidade, isto é, as unidades fundamentais de combinação química. Seu caráter atômico não é delimitado ao seu estatuto como partículas indivisíveis, mas a sua aparência como “mínimas partes” decorrente das leis de proporções. Nesse caso, tais átomos surgem quando as substâncias são misturadas e transformadas, eles passam a existir depois que eles são colocados em relação uns com os outros. Nesse sentido, o atomismo químico, então, pode ser percebido como uma ontologia das relações internas e são desprovidos de qualquer propriedade que preceda suas relações (BERNAL; DAZA, 2010).

Segundo Izquierdo-Aymerich (2010) o átomo como entidade física se construiu a partir desse átomo químico da tabela periódica de Mendeleev que, segundo ele mesmo, estava inserido em um programa de trabalho que correspondia à própria química da época, qual seja, o de se aprofundar nas relações entre a composição, as reações e as qualidades dos corpos simples e compostos, por um lado, e as qualidades intrínsecas dos elementos contidos neles.

A interdependência entre a formulação de relações químicas e os pesos atômicos é o que lhes deu um lugar central na química do século XIX. Mais do que uma ferramenta explicativa, o atomismo daltoniano constitui-se um quadro adequado para falar sobre a

combinação química, ou seja, um referencial que outras ontologias atomistas não poderiam oferecer (BERNAL; DAZA, 2010).

A indústria química e a consolidação do paradigma da síntese

No decurso do século XIX a química irá transformar a paisagem, o vestuário, a saúde e a vida cotidiana, e pouco a pouco, os produtos de extração são substituídos pelos produtos artificiais (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992). Surge uma nova identidade da química, artificial e construtora, que pode ser expressada nas palavras de Berthelot (1870, p.275, citado por BACHELARD, 2009, p.64): “A química cria seu objeto. Essa faculdade criadora, semelhante à da própria arte, distingue-a essencialmente das ciências naturais e históricas”.

A terceira revolução é marcada pela proposição de Dalton. Tubo de raios catódicos e espectrômetro de massa são introduzidos aqui, e a química elétrica e nuclear, representada nos trabalhos de Thomson (1856-1940), Aston (1877-1945), Lewis (1898-1963), Soddy (1877-1956) e Rutherford (1871-1937) são os principais nomes relacionados aos instrumentos e conceitos dessa terceira revolução descrita por Chamizo (2011, 2014).

A construção e utilização de novos instrumentos pelos químicos tanto para identificar novas propriedades das substâncias como as condições físicas que exerciam influência sobre as reações químicas, foram fatores decisivos para a emergência e consolidação de uma nova especialidade química, a físicoquímica, associada ao aparecimento da revista *Zeitschrift für physikalische chemie*, em 1887, coeditada por Arrhenius (1859-1927), Van't Hoff (1852-1911) e Ostwald (1853-1932). Tais físico-químicos estiveram no centro da polêmica envolvendo os átomos e são estes os que irão combinar dados físicos e químicos para chegar a construir o átomo da química atual (IZQUIERDO-AYMERICH, 2010).

A própria noção de peso atômico experimentará uma mudança de tratamento a partir das contribuições de Jean Perrin (1870-1942), que no livro *Les atomes* (1913), irá apresentar provas físicas contundentes sobre os átomos físicos (IZQUIERDO-AYMERICH, 2010). Para Bachelard (1977), Jean Perrin traz consigo uma evolução para a química, uma vez que, com base nessa noção particular chega-se a um realismo rigoroso, oposto a um realismo imediato, graças à organização racional de uma experiência comparativa essencialmente complexa da forma de obtenção de tais valores de peso atômico, que passa de relativo a absoluto. Nesse sentido, por suas técnicas múltiplas e suas teorias cada vez mais racionais, a química

determina um verdadeiro “espectro filosófico” que situa os diversos matizes de uma filosofia primitivamente tão simples como o realismo.

Ainda para Bachelard (1977), a noção de elétron implica em uma sistemática química que adquire um aspecto filosófico novo, denominado por ele de “racionalismo aplicado”, pois, a organização eletrônica da tabela de Mendeleev, tomada como novo domínio de racionalidade, esclarece de modo profundo o saber empírico da química. Em síntese, um átomo físico composto de uma eletrosfera e um núcleo, que se identifica com o átomo químico da nova tabela periódica, ordenada agora sobre o número atômico dos elementos, abre caminho para as investigações de teorias de ligação química e reatividade que expliquem como este átomo quantizado irá funcionar na química, estreitando, assim, a relação com a mecânica quântica (IZQUIERDO-AYMERICH, 2010).

Analisando e problematizando o essencialismo, Harré (2005) irá defender a tese de que, do século XIX para o século XX, a química deslocou-se de um contexto de essências nominais para essências reais, de um contexto descritivo para um contexto explicativo, de um empirismo para um racionalismo, de uma química descritiva para uma química teórica.

Sobre a quarta revolução discutida por Chamizo (2011, 2014), destacamos inicialmente que, enquanto o século XVIII da química foi caracterizado pelo paradigma da “análise”, o foco agora é dirigido para a “síntese”, que passa a dominar a agenda de pesquisa. Principalmente com a química orgânica (BACHELARD, 2009), o paradigma é marcadamente o das sínteses químicas e isso altera toda a forma e método de se fazer química. Enquanto que as análises estavam no contexto de uma epistemologia operacional, pautado no conceito operacional de elemento químico, as sínteses estão fundadas no contexto de uma epistemologia construtivista e semântica, onde o contexto da descoberta tem importantes implicações (RIBEIRO, 2014).

A constituição da Bioquímica, na análise de Bensaude-Vincent e Stengers (1992) estabelece a ligação entre os mundos “químico” e “vivo”, conferindo à química apenas o papel de instrumento. Assim, as técnicas da química de análise e síntese seriam úteis e necessárias ao estudo dos seres vivos, mas, não poderíamos esperar da química mais do que já deu, isto é, a noção de edifício molecular e o estudo das ligações que as mantêm. A propósito disso, essa posição das historiadoras franceses torna-se bastante incisiva na qual se compreende a química atual como ciência de serviço, ou técnica colocada ao dispor das questões apresentadas pelos físicos e, nesse sentido, a física seria a ciência dos princípios,

clara e distinta, ao passo que a química estaria subordinada àquela, em outras palavras, a química teria sido efetivamente reduzida à física (KNIGHT, 1992).

A partir desse ponto de vista, a química seria uma espécie de física aplicada, pois só a física teria as leis inteligíveis, e as leis da química dos elementos teriam sido oficialmente reduzidas à mecânica quântica. Além disso, como discutem as autoras, hoje em dia, o laboratório de química está povoado de instrumentos baseados em teorias físicas, nomeadamente instrumentos de análise baseados na interação entre luz e matéria (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p.349). Tais argumentos estão na base do reducionismo epistemológico discutido na Filosofia da Química.

Considerando o aspecto instrumental da química desta quarta revolução, a noção de fenomenotécnica de Bachelard (1972), apresentada no seu *Le matérialisme rationnel* (1953), nos fornece uma categoria teórica útil para compreendermos e analisarmos esse progresso técnico, pois como ele argumenta, a química desse período deve ser entendida como uma ciência elaborada nas bases de uma fenomenotécnica.

Essa categoria nos permite compreender melhor o processo de construção de fenômenos e o rompimento da química com a observação imediata, na direção de abrir espaços para o construído, criando e atuando sobre a natureza através da técnica em um compromisso com um realismo de construção, no abandono de um realismo de constatação (BACHELARD, 1972, p.167). Um bom exemplo disso são os processos de síntese de substâncias químicas inexistentes na natureza, agora produzidas a partir do objetivo de se construir determinada propriedade, o que ilustra o caráter epistemológico desse progresso. Para Bachelard, é essa uma característica da química moderna: o químico fabrica substâncias artificiais para compreender a verdadeira estrutura das substâncias naturais (BACHELARD, 2009, p.60). Nesse sentido, Bachelard irá considerar que a química clássica é substancialista, chegando a dizer que “a química foi durante muito tempo a ciência substancialista por excelência” (BACHELARD, 2008, p.82), enquanto que a química contemporânea é racionalizada, matematizada. Corroborando esse argumento, Klein (2005) coloca que a química do século XVIII era uma química eminentemente da matéria e, somente na atualidade, a química tem-se transferido para uma química das formas.

Nesse contexto de discussão, os objetivos e fins da química estariam implicitamente comprometidos com a noção de “natureza”, problematizada por Schummer (2003b), que propõe a existência de três tipos de concepções: a estática, a teleológica e a dinâmica. A

noção estática estaria associada à ideia de que tudo que é natural corresponde ao ato de criação e, nesse sentido, a arte, a manipulação, seria artificial. A visão teleológica, por sua vez, está associada à visão aristotélica do movimento de cada ser em direção a um estado de perfeição, visão que é herdada pela alquimia. Nessa interpretação, a alquimia corresponde a uma imitação da natureza. Na primeira visão, o natural seria caracterizado por uma essência original e, na segunda, por um princípio motor. Por fim, do século XVIII emergiu uma ideia de natureza dinâmica que não mais contrapunha o natural e o artificial.

Na análise de Ribeiro (2014), essas três visões de natureza alternam-se na história da química. No século XVIII, a tensão se fez ver entre o vitalismo e o materialismo. Para Schummer (2003b), a noção teleológica está implícita na atitude tecnológica da química orgânica, que se tem transferido para a bioquímica, a biologia molecular e as biosínteses atuais. Assim, na investigação contemporânea, Schummer (2003b, p.724) defende que todos esses padrões estão presentes.

Durante a segunda metade do século XX, a autoimagem da profissão química foi determinada em grande medida por uma relação simbiótica entre a ciência e a indústria. (LASZLO, 2006). Na perspectiva de Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a química estaria nesse cenário como vítima das transformações contemporâneas da noção de “progresso industrial”, já que permaneceria subordinada a questões, problemas, interesses ou técnicas que não lhe pertencem em particular.

O papel dessa relação se evidencia de forma marcante na imagem pública da química associada à Primeira Guerra Mundial ou, como bem conhecida na literatura, a “guerra química”. Segundo Echeverria (2003), em 22 de abril de 1915, o exército alemão lançou 168 toneladas de gás de cloro nas trincheiras francesas, causando uma nuvem de gás tóxico de seis quilômetros e causando 15.000 mortes. Os ingleses logo responderam com fosgênio e gás mostarda, causando 400.000 mortes e deixando 600.000 feridos, pelas 125.000 toneladas de gás lançadas. Nesse sentido, a macrociência possibilitou a macroguerra que, posteriormente, seria ampliada na Segunda Guerra Mundial.

Tecnociência e a imagem pública contemporânea da química

As consequências dessa relação entre guerra e a química foram inevitáveis. A simples menção à palavra “química” pode tornar um produto “impopular”; o termo “quimiofobia” (*chemophobia*), inclusive, foi proposto em um artigo de Laszlo (2006), para designar a aversão à química. Esse autor ainda afirma que a indústria química tem se prestado ao papel

de “bode expiatório”, em relação a inúmeros problemas que preocupam a sociedade, pois a responsabilidade por danos gerados por outras indústrias ou mesmo por ações individuais acaba incidindo sobre a indústria química.

Se analisarmos um contexto mais local, como em um estudo de caso realizada por Teruya et al (2013) sobre a imagem pública da química em jornais de grande circulação no estado de São Paulo, encontramos resultados que corroboram essa perspectiva. Nesse estudo, foi analisado o conteúdo de mais de cinco mil notícias veiculadas nos jornais Folha de S. Paulo e O Estado de S. Paulo publicadas entre os anos de 2008 e 2012. Analisando as notícias que continham a palavra “química”, os autores perceberam que as visões sobre química presentes nos textos eram bastante diversas, ora mais explícitas, ora mais implícitas, e observaram que frequentemente essa palavra encontra-se desprovida de sentido realmente químico, confirmando o seu uso excessivo como expressão popular, não raramente de caráter pejorativo, relacionando o termo “química” a expressões do senso comum empregadas de forma muito superficial, e associando-a a problemas ambientais.

Com efeito, a imagem pública da química parece indicar um cenário negativo, como expressou Nicole J. Moreau, ex-presidente da IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) ao divulgar dados apresentados na “Conferência Imagens Públicas da Química no Século XX”, realizada em Paris em 2005. Moreau ressaltou que, para a maior parte do público, a química está atrelada a aspectos negativos, como problemas ambientais e de saúde (MOREAU, 2005). Essa pode ter sido uma contribuição para a definição da temática do ano internacional da química, declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2011, que sob o tema “A química: nossa vida, nosso futuro”, que teve como foco central o aumento da conscientização sobre a química entre o público em geral e para atrair os jovens para esse campo, bem como para destacar o papel da química na solução dos problemas globais.

Associado a isso, também a identidade da química tem sido problematizada como uma tecnociência, ou mais especificamente, uma tecnoquímica (CHAMIZO, 2013a). A tecnociência sempre envolve uma mistura entre especialistas com diversas formações e interesses, bem como uma política científica pré-estabelecida e de novos modelos de organização da atividade investigativa. A Convenção de Haia de 1899 havia declarado como ilegal a “guerra química”, mas, como destaca Echeverria (2003), sabe-se que os valores legais e jurídicos declinam contra os valores militares em caso de guerra, sendo esse um bom

exemplo de conflito de valores na ciência, gerada pela industrialização da guerra científica, e nisso, a química teve um papel de destaque.

Nessa revolução da tecnociência não há grandes variações dos modelos teóricos. No plano ontológico, os tecnocientistas vinculados a um mesmo paradigma (no sentido kuhniano mesmo) compartilham uma ontologia básica. A onipresença da informática privilegia os modelos computacionais, comparado ao que ocorreu na ciência moderna quando o mecanicismo foi uma ontologia predominante. Assim são dominantes os modelos evolucionistas, como mostra o fato de que as próprias ferramentas informáticas se diferenciam entre si conforme as gerações, semelhantes a muitos outros artefatos tecnocientíficos. A teoria dos sistemas é o outro dos grandes modelos ontológicos da tecnociência. Por isso, Echeverria (2003) assume que a ontologia de base aqui é sistêmica, dado o papel preponderante da metodologia informática.

Em função desse caráter, Echeverria (2003) propõe assim uma reconsideração do termo kuhniano de “revolução científica” para “revolução tecnocientífica”, como mais adequado para a análise desse novo quadro que se configura a partir do século XX, sendo necessário atentar para as mudanças praxeológicas envolvidas, e não somente epistemológicas e metodológicas, como o faziam os filósofos da ciência, ao analisar revoluções científicas. Seria preciso assim localizar as mudanças na prática científica e em sua organização assim como a inserção de setores e grupos das comunidades científicas nas diversas empresas tecnocientíficas sejam elas públicas ou privadas, civis ou militares.

A respeito da quinta revolução, Chamizo (2017) delimita o período de 1973 a 1999 e reforça o argumento a partir da noção de exemplar, emprestada de Thomas Kuhn, que os instrumentos, e não apenas os conceitos, podem ser tomados como referências para a identificação de tais mudanças históricas. Além disso, aponta também o surgimento de subdisciplinas. Destaca que as mudanças ontológicas se deram principalmente no tipo e tamanho dos objetos, isto é, substâncias, com as quais se lidam em química, bem como a forma como são produzidos e ainda, o tempo em que são transformados. O autor argumenta que o aparecimento de três novos instrumentos (detectores de captura de elétrons, fotólise por pulso de laser com Ti:Safira e microscópio de varredura por tunelamento) e melhoramentos em outros já existentes (Ressonância magnética nuclear e cristalografia de raio x) mudaram a forma de ver e entender química. Além disso, como consequência, novas subdisciplinas surgiram: química verde, organometálica, supramolecular, nanoquímica e fotoquímica.

O autor identifica dois eventos como marcos cruciais dessa quinta revolução: o prêmio nobel dado a Ernst Otto Fischer e Geoffrey Wilkinson pelo trabalho em química organometálica e a publicação de artigo na revista *nature* em 1974, pelos químicos Mario J. Molina e F. Sherwood Rowland que demonstrava a destruição da camada de ozônio pelos gases CFC. Chamizo (2017) aponta como o final da quinta revolução quando Ahmed Zewail foi premiado com o Prêmio Nobel de Química de 1999 “por seus estudos sobre os estados de transição de reações químicas usando espectroscopia de femtosegundo”.

Como discutimos, no século XX a química irá se desenvolver de forma associada à indústria. Os filósofos da química têm identificado uma variedade de valores na prática química, além daqueles epistêmicos privilegiados pela epistemologia tradicional, tais como, universalidade, objetividade, verdade, simplicidade, coerência teórica, consistência, completude, corrigibilidade, publicidade, rigor, precisão, adequação empírica (RIBEIRO, 2014). Na química, valores como estética, utilidade, funcionalidade, criação, invenção, inovação, intuição, perfeccionismo estão associados à tecnociência, conforme Echeverria (2003) que identifica ainda, a inovação, a funcionalidade, a eficiência, a eficácia, a utilidade, a aplicabilidade e a fiabilidade.

Todo esse contexto faz a química transgredir as separações clássicas entre natureza e sociedade. No início do século XVIII, começa-se a substituir produtos naturais por outros produzidos, de forma controlada, e isso altera drasticamente a relação com o ambiente natural, alteração esta que tem crescido na atualidade com as nanotecnologias (RIBEIRO, 2014), o que faz surgir novos problemas e novas demandas não somente no domínio científico.

Tal preocupação toma uma forma mais política a partir da década de 1990 com o surgimento da “química verde”. A química verde não é um novo ramo da ciência, antes, uma nova abordagem filosófica que através da aplicação e extensão dos princípios da química pode contribuir para o desenvolvimento sustentável (WARDENCKI; CURYLO; NAMIESNIK, 2005).

A química verde consiste no planejamento de produtos e processos químicos que busquem diminuir, ou até mesmo eliminar o uso de substâncias perigosas e a geração de poluentes como resíduos ou subprodutos. Tal ideia está compromissada com o desenvolvimento de metodologias e processos que objetivem proteger a saúde humana e o ambiente de modo economicamente viável. Além disso, busca prevenir a poluição nos níveis atômico e molecular, isto é, impedir a produção de substâncias indesejáveis, em vez de se

dedicar ao tratamento e descarte adequado de resíduos após terem sido gerados. Propõe-se também ao desenvolvimento de produtos e processos intrinsecamente seguros, busca a eficiência no uso de energia e a utilização de fonte renováveis de energia e matéria-prima (ANASTAS; KIRCHOFF, 2002).

A química verde é comumente apresentada por meio dos 12 (doze) princípios (ANASTAS; WARNER, 1998), que compreendem instruções para químicos profissionais implementarem novos compostos químicos, novas sínteses e novos processos tecnológicos. Reproduzimos os 12 princípios da química verde a seguir no quadro 7.

Quadro 7 – Os 12 princípios da química verde. Traduzido de Anastas e Warner (1998, p.30).

Princípio	Descrição
1. Prevenção	É melhor evitar a produção do resíduo do que tratá-lo ou limpá-lo depois de gerado.
2. Economia de átomos	Metodologias sintéticas deveriam ser planejadas para que possam maximizar a incorporação de todos os materiais usados no processo no produto final.
3. Síntese de produtos menos perigosos	Se praticável, métodos de síntese devem ser planejado para usar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
4. Desenho de produtos seguros	Os produtos químicos devem ser desenhados de maneira tal que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.
5. Solventes e auxiliares mais seguros	O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, etc.) quando inevitável a sua utilização, deve ser feito utilizando-se substâncias inócuas.
6. Busca pela eficiência de energia	A utilização de energia pelos processos químicos precisa ser reconhecida ao nível dos seus impactos ambientais e econômicos e deve ser minimizada. Se possível, os processos devem ser realizados à temperatura e pressão ambientes.
7. Uso de fontes renováveis de matéria-prima	A utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não-renováveis, sempre que técnica e economicamente viável.
8. Reduzir derivados	A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque tais etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.
9. Catálise	Reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são melhores que

	reagentes estequiométricos
10. Desenho para a degradação	Os produtos químicos precisam ser desenhados de forma tal que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.
11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição	Metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias perigosas.
12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes	As substâncias, bem como o modo como são utilizadas em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Anastas e Warner (1998, p.30).

Os primeiros princípios descrevem a ideia básica da química verde, ou seja, proteger o ambiente da poluição, não muito diferente das intenções apresentadas pela agenda do desenvolvimento sustentável e da proteção ambiental que teve como marco inicial a publicação de *Silent Spring* em 1962 por Rachel Carson. Os demais princípios focalizam questões como economia atômica, toxicidade, solventes e outros meios que utilizam o consumo de energia, a aplicação de matéria-prima a partir de fontes renováveis e a degradação de produtos químicos a simples substâncias não-tóxicas partidárias ao meio ambiente (WARDENCKI, CURYLO, NAMIESNIK, 2005).

Segundo a análise de Linthorst (2010), acerca do desenvolvimento da química verde em termos do crescimento do número de publicações, dois conceitos formam o coração dessa filosofia: o primeiro é o de economia atômica e o outro a catálise. O autor investiga os fatores desse crescimento e aponta o uso da linguagem dos documentos e publicações sobre o tema como um elemento preponderante que configura a química verde como uma forma de pensar, que é heterogênea, dada às diversas percepções dos usuários em relação ao uso do termo.

Considerando o nosso cenário histórico atual, Juaristi (1999) lista alguns problemas e campos de atuação nos quais a química terá um papel central no século XXI: a produção insuficiente de alimentos, o desenvolvimento de fármacos, fontes alternativas de energia, proteção ambiental, química supramolecular, novos materiais.

Finalizando a análise desse domínio genético, concluímos que a questão da identidade e do território disciplinar é transversal na literatura química. Inicialmente uma prática metalúrgica ou tintureira, depois uma disciplina ao serviço da medicina até o século XVII, depois o alcance de maturidade teórica e sistematização no século XVIII, alcançado

centralidade, mesmo que Kant a tenha visto apenas com uma arte sistemática. No século XX perde centralidade para a Física através do reducionismo e é transformada em ciência de serviço pela biologia, e busca, atualmente, emancipar-se da física e definir sua autonomia disciplinar. A química é, portanto, um campo inter, multi e pluridisciplinar, uma ciência pós-acadêmica (RIBEIRO, 2014), que assumiu diversos papéis na sociedade, ao longo de sua história (KNIGHT, 1992).

Essa breve análise que fizemos acerca dos desafios enfrentados pela significação do conceito de química ao longo da história nos permitiu identificar perspectivas epistemológicas em torno das quais tem sido gerada polissemia e variadas interpretações conceituais. As propostas de Jensen (1998) e Chamizo (2011, 2014, 2017) se mostraram úteis para a identificação das entidades que estão em jogo em cada período de mudança na química e, conseqüentemente, auxiliar na identificação de compromissos ontológicos subjacentes à cada escolha teórica, bem como compromissos epistemológicos e axiológicos que estruturam modos de pensar esse conceito, conforme discutidos ao longo da narrativa.

5.1.2 A gênese do conceito de Química à luz da literatura das pesquisas em ensino: investigando a constituição de ideias no domínio ontogenético

Neste subitem apresentamos e discutimos os resultados de alguns trabalhos encontrados na literatura da pesquisa sobre concepções dos estudantes, em âmbito nacional e internacional, que investigaram ideias e representações sobre a noção de química. Não pretendemos fazer aqui uma revisão exaustiva dessa literatura, mas sim, um breve exame das pesquisas mais citadas sobre esse tema, e que apresentaram contribuições significativas para o nosso estudo, na identificação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que podem estar na base dos modos de pensar e formas de falar sobre química.

Para este levantamento dos trabalhos, empreendemos inicialmente uma busca em periódicos nacionais da área de ensino de ciências de Qualis A e B, e alguns poucos periódicos internacionais com reconhecimento na área. Esse critério de seleção não se mostrou adequado para as intenções de pesquisa, em virtude das escassas produções. Tal resultado preliminar nos conduziu à ampliação do foco de buscas dos trabalhos, abrangendo os eventos de maior importância no país na área de ensino de ciências e ensino de química, quais sejam: o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC, e o Encontro Nacional de Ensino de Química, ENEQ. Também foram considerados aqueles relatos de pesquisa mais citados pelos trabalhos encontrados nessa busca mais ampliada. No

quadro 8, a seguir, apresentamos as referências consultadas nesse levantamento dos trabalhos, bem como o veículo de publicação dessas referências.

Quadro 8 – Referências consultadas na análise do domínio ontogenético.

Referências dos trabalhos	Origem da publicação
Campos et al (2006)	Anais do XIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)
Oliveira et al (2006)	
Silva e Pinheiro (2006)	
Figueiredo, Silva e Assis (2006)	
Bernardes e Silveira (2010)	Anais do XV ENEQ
Rocha et al (2005)	Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)
Lemes e Porto (2011)	Anais do VIII ENPEC
Gonçalves, Câmara e Dal Farra (2015)	Anais do X ENPEC
Lisbôa (2002)	Dissertação de Mestrado na Universidade de São Paulo
Aguilar (2011)	
Pereira (2012)	
Corio et al (2012)	
Chamizo, Castillo e Pacheco (2012)	Educación Química
Carter e Brickhouse (1989)	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC
Dalgety e Coll (2004)	Journal of Chemical Education
Autida (2012)	Research in Science and Technological Education
Odeleye (2013)	E-International Scientific Research Journal
Dolu e Ürek (2014)	Tese de Mestrado na <i>Eastern Michigan University</i>
<i>Royal Society of Chemistry</i> (2015)	International Journal on New trends in Education and their implications
	Relatório de Investigação sobre atitudes públicas em relação a química

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os trabalhos selecionados para esta análise são oriundos de investigações realizadas com estudantes no Brasil e no exterior, nos contextos do Ensino Médio, da Educação de Jovens e Adultos (EJA), do Ensino Superior, especialmente licenciandos, de estudantes de pós-graduação, e de pessoas em geral. Em primeira mão, destacamos os trabalhos que buscaram investigar concepções de química de estudantes do Ensino Médio e, posteriormente, trabalhos envolvendo pesquisas conduzidas no contexto da graduação e pós-graduação de cursos de Ensino Superior.

Lisbôa (2002) realizou uma investigação para conhecer as representações sociais da química e das ideias sobre substâncias químicas e substâncias naturais de alunos em diferentes níveis do Ensino Fundamental e Médio e compará-las com aquelas propagadas por diferentes meios de comunicação. O autor fundamentou o seu trabalho na teoria das representações

sociais, e em seu estudo diagnosticou quais eram as ideias de um grupo de estudantes sobre substâncias químicas e substâncias naturais, bem como se estas ideias estavam distantes daquelas aceitas pela ciência, além de pesquisar o papel da escolaridade como fator de aproximação. Como mostrou o autor, a concepção de química, por exemplo, continua sendo a de uma ciência abstrata, desvinculada do mundo real e associada a produtos industrializados em oposição àqueles encontrados na natureza. Além disso, as representações sociais da química e das ideias sobre substâncias químicas e substâncias naturais dos alunos se relacionam com o fato de gostarem ou não de química, no sentido de disciplina escolar.

No trabalho de Rocha et al (2005) foi investigada a visão sobre a química apresentada por alunos de Ensino Médio de duas escolas públicas do interior do estado de São Paulo, e de como a química está presente no seu dia-a-dia. Os autores identificaram visões dos estudantes sobre a química como “algo que faz mal” ou “que é ruim”, ou que está relacionada a substâncias perigosas. Foram levantadas ideias como, por exemplo, a de que química (como disciplina escolar) é difícil e de que algum produto “tem química” e de que a mesma estaria associada ao que é artificial e nocivo à população e ao meio ambiente. Alguns dos alunos investigados trataram a química como objeto que está ou não em lugares determinados, e de que os produtos naturais e a natureza não se relacionam com a química. Os depoimentos dos estudantes mostraram uma “confusão” entre a química e a atividade do químico. Por fim, os autores destacam que, como ocorre em outras disciplinas, o aluno associa a ciência com a matéria vista em sala de aula.

Na investigação realizada por Campos et al (2006) foi verificado que os alunos relacionam a química com os materiais (remédios, inseticidas, detergentes, entre outros) e que tais alunos têm a percepção de que a química está presente em seu cotidiano. Entretanto, observou-se que a ideia de química como “não-natural” perpetua-se ainda entre os estudantes. Resultados bem parecidos foram encontrados por Oliveira et al (2006) que verificou em pesquisa que alunos associam a química ao estudo das substâncias, justificado pela ênfase dada a lei de conservação das massas, conteúdo de química no Ensino Médio. Foi verificado nessa pesquisa que apenas um aluno destaca a química como a ciência que estuda a transformação da matéria visando a obtenção de novos materiais entre eles produtos de limpeza, remédios, plásticos, entre outros. Observou-se ainda no estudo confusões entre a química, a biologia e a física.

O estudo de Bernardes e Silveira (2010) se propôs também a levantar concepções de alunos do Ensino Médio e, com base nos resultados obtidos, agruparam tais concepções em

categorias denominadas como: absolutismo científico, abstrata, cientista maluco ou fora dos padrões normais da sociedade, difícil entendimento, sinônimo da própria matéria, sinônimo de reação, sinônimo de produto tecnológico, simbólica/representacional, empirismo, inútil, imaterial com sinônimo de sentimento, impressionismo na química (ciência como espetáculo), explosiva/perigosa. Os resultados da pesquisa evidenciaram que o uso do termo é feito como sinônimo de sentimento, reproduzindo assim ideias do senso comum. Em diversas representações a química esteve associada a símbolos e fórmulas desvinculadas da realidade. A presença de vidrarias e instrumentos de laboratório foi recorrente nas representações elaboradas pelos estudantes, ressaltando o papel experimental da química e a ideia dessa ciência ser produzida em um local específico, o laboratório. Também foi observada a relação da química com sistemas instáveis e explosivos, emergindo concepções ligadas ao armamento, às bombas e às guerras.

No trabalho de Aguilar (2011) é comunicada uma investigação realizada com alunos secundaristas e professores de química do Timor-Leste sobre suas representações sociais quanto à dimensão escolar da química. Na pesquisa, as concepções sobre a química estiveram estreitamente vinculadas a fatores didático-pedagógicos, que por sua vez, conduziram a valorações positivas e negativas sobre a disciplina escolar, além de percepções relacionando a importância da química com o futuro profissional e o desenvolvimento da nação. Dentre outras concepções, os autores identificaram evocações que expressam a relação da química com os processos induzidos pelo homem e a consequente industrialização. Visões de que a química está em todos os lugares também foram identificadas neste estudo.

Na pesquisa de Autida (2012) o propósito foi o de examinar a percepção de química de 354 estudantes do secundário de duas escolas nas Filipinas. Os resultados da investigação mostraram que a maioria dos estudantes questionados apresentaram percepções positivas em relação a ciência química, as atividades da disciplina, experimentos e a profissão, e que também estas visões tinham relação com questões de gênero e etnia da população investigada. As percepções levantadas estavam associadas mais comumente a palavras como produtos químicos, matéria, experimentos, laboratório e elementos. O relato de pesquisa ainda destaca que a maioria dos estudantes destaca o professor como a principal origem das suas percepções, seguido de livros didáticos e informações provenientes da internet.

Mais recentemente, em uma pesquisa realizada por Gonçalves, Câmara e Dal-Farra (2015) com alunos da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública da região metropolitana Porto Alegre/RS, buscou-se compreender quais as principais concepções dos

estudantes em relação à química, como percebem a sua presença no cotidiano e qual a importância do estudo da disciplina para suas vidas e para a sociedade. A investigação trouxe como principais resultados um espectro de concepções que foram agrupados em quatro grandes categorias, a saber: conceitual (referindo-se à ciência), científico-tecnológica (referindo-se à ciência que visa estudar fenômenos químicos com vistas ao desenvolvimento e aprimoramento de novas substâncias e produtos), pedagógica (referindo-se à química como uma disciplina escolar) e abrangente (referindo-se a uma concepção que abarca uma visão ampla sobre química).

Foram levantados também alguns trabalhos que realizaram investigações sobre concepções de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em diferentes contextos. No trabalho de Silva e Pinheiro (2006), por exemplo, foram investigadas as percepções de alunos da EJA sobre química e observou-se que os alunos associam a palavra química a ideias diversas, tais como bomba atômica, armas químicas, componentes químicos da natureza, cálculos, dependência química, produtos manipulados em farmácia, fórmulas químicas dos remédios, venenos, pesticidas, conservantes dos alimentos, e a sentidos sentimentais, como aqueles expressos em afirmações do tipo “rolou uma química entre duas pessoas”. Nesse trabalho, a maioria dos alunos identificaram a presença da química no cotidiano, em atividades como banho, no uso de xampu, sabonete, no ar, na poluição do ar e água, nos remédios.

Pereira (2012), em um estudo de mestrado, buscou investigar como o termo “química” se apresenta na concepção de estudantes da EJA da rede pública estadual de São Paulo, utilizando como suporte teórico e metodológico a teoria das representações sociais. A pesquisadora constatou representações referentes à química que foram organizadas em duas grandes categorias denominadas de conhecimento formal/escolar e de um conhecimento não formal. Representações da primeira categoria foram predominantes em sua análise, ou seja, de modo geral, as percepções remetiam a conhecimentos e ambientes escolares, com restritas relações à vida ou ao cotidiano, em outras palavras, a significação do termo esteve fortemente associada à disciplina escolar química.

No contexto das investigações sobre concepções de alunos do ensino superior, destacamos estudos conduzidos com licenciandos, como na pesquisa de Figueiredo, Silva e Assis (2006) que observaram uma predominância de afirmações relacionadas com uma visão negativa atribuída ao método de ensino da química, sendo que os alunos destacaram aspectos relacionados com o cotidiano, enquanto as alunas, a dificuldade decorrente da matematização

excessiva da química. Além disso, emergiu também a visão de que química está em tudo, não sendo possível, por exemplo, fazer pão “sem química”.

Nesse mesmo contexto formativo, o trabalho de Corio et al (2012) buscou investigar as concepções de graduandos de diferentes cursos do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, IQ-USP, a respeito da organização da química como ciência e, em especial, de suas inter-relações de suas áreas tradicionais (química inorgânica, química orgânica, físico-química, química analítica e bioquímica). Para isso, utilizaram mapas estruturais que possibilitaram aos estudantes expressarem suas concepções acerca do conhecimento químico de maneira gráfica. Os autores do estudo observaram dificuldades de um número significativo de graduandos em expressar a química como um conjunto integrado de conhecimentos, e ainda, sinalizam que a estrutura curricular influencia fortemente a maneira pela qual os graduandos entendem as relações entre as áreas da química e a própria estrutura do conhecimento químico. Um resultado que nos chama a atenção nessa investigação é a identificação de diferentes concepções acerca da química, ora vista como ciência e ora concebida como profissão. Alguns dos participantes investigados compreenderam o termo “áreas da química” como os campos de atuação profissional da química, abrangendo especialmente a indústria e o magistério.

Ainda, destacamos o trabalho de Chamizo, Castillo e Pacheco (2012) que realizaram um estudo inicial sobre a Natureza da Química com estudantes de graduação de vários cursos da Faculdade de Química da UNAM. Dentre alguns dos resultados preliminares dessa investigação, os autores indicaram uma valoração positiva dos graduandos em relação ao papel da química na sociedade e para alguns deles a química é independente da física, embora tenham apresentado dificuldades em explicitar tais diferenças. Em termos epistemológicos, predominou uma visão do método científico único e universal e a visão do caráter das leis da química como sendo de origem física.

Nos Estados Unidos, Carter e Brickhouse (1989) levantaram as percepções de estudantes sobre a disciplina de química e a relação dessas percepções com o sucesso acadêmico. O estudo foi conduzido na *Purdue University*, e envolveu 1200 estudantes de química e engenharia, bem como 11 professores da instituição. Foram apresentadas duas questões aos participantes da pesquisa: o que fez a química difícil? O que pode ser feito para superar estas dificuldades? Após o levantamento e análise de dados, os resultados apresentados indicaram diferenças de percepção entre os estudantes e os professores acerca da química e suas dificuldades. Uma das categorias examinadas na análise dos resultados foi a da

natureza da disciplina de química. Nessa categoria os autores levantaram percepções indicando que aprender química é cumulativo (mais da metade da amostra investigada apontaram para essa característica), que existem muitas exceções às regras, química como sendo muito abstrata, matemática e que requer uma forma especial de pensamento.

Também no contexto norte-americano, Odeleye (2013) investigou a relação entre as definições de química apresentadas por estudantes universitários e suas atitudes em relação a química. Além disso, o estudo também analisou as definições apresentadas por professores da área. Participaram da pesquisa 85 estudantes de distintas disciplinas de química bem como 17 professores da *Eastern Michigan University*. O método utilizado para coleta de dados foi uma entrevista, e as questões utilizadas para análise foram: como você define química? Como você se sente em relação a química? O que você acha dos impactos da química na sua vida? A análise dos dados revelou que a maioria dos estudantes possuíam atitudes positivas em relação a química mediante expressões que demonstravam empatia pelos estudos da disciplina. Praticamente todos disseram que química é importante para as suas vidas argumentando com base em aspectos da vida cotidiana, o uso de produtos de consumo, medicamentos, e artefatos de uso diário, por exemplo. O autor do estudo enquadrou as definições apresentadas pelos estudantes em cinco grupos, que definiam química como sendo: o estudo de coisas em uma microescala; o estudo de coisas em uma macroescala; o estudo de tudo; o estudo das reações/interações químicas; associações feitas com conceitos químicos do currículo escolar. Por fim, os resultados sugerem que pode haver uma conexão entre a forma como os estudantes definem química e suas atitudes em relação a mesma. O autor encerra a sua comunicação enfatizando sua posição pessoal de que química é a ciência que estuda a matéria e que por haver matéria em tudo ao nosso redor, logo, tudo é química.

Em um estudo realizado com estudantes de uma universidade na Nova Zelândia, Dalgety e Coll (2004) relatam uma investigação sobre as percepções e atitudes de estudantes em relação a química e aos químicos. O estudo fez uso de entrevistas semiestruturadas com 37 universitários e avaliou três aspectos principais denominados como: conhecimento, valores e pessoas envolvidas em química. Os resultados mais expressivos da pesquisa apontam para a ocorrência de estereótipos que relacionam química com trabalho de laboratório, experimentos, utilização de instrumentação típica e uso de jalecos brancos. Além disso, concepções de química como uma profissão também foram destacadas na pesquisa. Nesse caso, em particular, foram observadas concepções vagas e algumas confusões para se diferenciar químicos de farmacêuticos e de engenheiros. Por fim, os autores destacam que, apesar dos

estereótipos identificados, em geral, as atitudes apresentadas pelos participantes em relação ao objeto de estudo foram positivas. Nesse sentido, chamam a atenção para o fato de que atitudes negativas em relação à química, frequentemente levantadas por pesquisas no contexto ocidental podem ser superadas, desde que a comunidade científica participe ativamente em estruturas sociais tão importantes como são as escolas.

Ainda mencionamos o estudo de Dolu e Ürek (2014) que buscou determinar as opiniões de 51 estudantes em um curso de formação docente em ciências de uma universidade pública da Turquia em relação à química. Um instrumento desenvolvido pelos pesquisadores foi utilizado na pesquisa e envolveu questões que buscavam identificar os hábitos e práticas cotidianas dos participantes relacionadas à química. Foram utilizadas questões sobre o hábito de leitura de notícias sobre química, se os participantes usavam química na vida diária e que tipos de perguntas abordadas em química eram mais interessantes na perspectiva dos participantes. Os principais resultados indicaram uma compreensão de química muito restrita, reduzindo-a a aspectos da química geral. Os autores relatam que em estudos anteriores observaram que os termos átomo, laboratório, explosões, experimentos e água foram aqueles que mais emergiam quando os investigados ouviam a palavra “química”. Os autores compararam esses resultados com professores e observaram semelhanças entre as dificuldades de ambos os grupos em considerarem aspectos mais amplos da química, tais como, nanotecnologia, química verde, e aspectos que envolvam as relações CTS.

Já no contexto da pós-graduação, destacamos uma investigação envolvendo concepções acerca da química, o trabalho de Lemes e Porto (2011), que realizaram entrevistas com doutorandos de química de uma IES pública paulista sobre suas percepções acerca do fazer química. Nessa investigação foi solicitada a opinião dos entrevistados sobre textos curtos que tratavam do problema do reducionismo, tema discutido na Filosofia da Química. Os resultados mais expressivos dessa pesquisa indicaram visões que consideram a prática experimental como o cerne da ciência química, ou seja, a ideia de que o caráter experimental é uma característica definidora da química. Além disso, a química foi considerada como tendo um caráter mais qualitativo do que matemático. Os pós-graduandos investigados também demonstraram dificuldades em entender as relações entre a química e a física sob a ótica reducionista.

Em 2015, a *Royal Society of Chemistry* (RSC) publicou os resultados de uma extensa investigação sobre a percepção pública da química no Reino Unido. O projeto, conduzido por uma agência de pesquisa – a então *Taylor Nelson Sofres British Market Research Bureau*

(TNS BMRB) –, fez uso de uma variedade de métodos e técnicas de levantamento de dados, dentre os quais, a realização de entrevistas com 2104 pessoas. O objetivo do estudo era obter uma imagem do que as pessoas pensam sobre três categorias principais – a química, os químicos e sobre os produtos químicos –, bem como explorar relações entre aquelas. Dentre os principais resultados do estudo, destaca-se o levantamento de aspectos positivos sobre como as pessoas estão conscientes da contribuição da química para a sociedade, reconhecendo o seu valor em contextos como produção de alimentos, energia renovável e tecnologia da água limpa. Nesse contexto investigativo, os participantes reconhecem que os benefícios da química são maiores que os seus malefícios, e que ela é importante para o crescimento econômico. Além disso, o relatório aponta para a existência de uma confusão na diferenciação profissional entre químicos e farmacêuticos e que esse é um fenômeno peculiar do contexto britânico. O estudo mostra que apenas uma minoria ainda mantém atitudes negativas em relação à química enquanto mais da metade dos entrevistados assume uma postura de neutralidade em relação a isso. Em termos de significados para o termo química, a maior porcentagem de respostas a pergunta “quando penso em química o que me vem a mente?”, fizeram referência à “escola e ao professor”, seguido de “ciência” e “produtos e/ou elementos químicos”, “medicamentos”, “equipamentos de laboratório”. Algumas menções ao sentido da palavra química com conotação sexual também foram levantadas na investigação, embora com menor frequência do que aquelas percepções envolvendo a química escolar, ilustradas mediante expressões como “interações químicas”, entre outras ideias.

Apresentamos no quadro 9, uma sistematização das características e ideias associadas a química, oriundas dessa análise ontogenética do conceito, observadas nos artigos analisados e citados anteriormente, organizando-as em seis grupos:

Quadro 9 – Sistematização de diferentes ideias sobre química encontradas na literatura.

Características e ideias sobre a química
Química associada a produtos: <i>produtos comerciais, industrializados, materiais, química em todo o lugar, farmácia, venenos, pesticidas, xampu, sabonete, remédios, tintas, alimentos e bebidas.</i>
Química na sociedade e ambiente: <i>algo ruim, substâncias perigosas, bombas, guerras, armas, explosões, natureza, dependência química, poluição do ar.</i>
Química como ciência: <i>ciência abstrata, que estuda a matéria, ciência experimental, instrumentação, laboratório.</i>
Química como disciplina escolar: <i>difícil, símbolos e fórmulas, cálculos.</i>
Química como profissão: <i>áreas de atuação do químico.</i>

Química com um sentimento: a possibilidade de haver uma química entre pessoas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos da literatura sobre concepções alternativas ou informais e os padrões de estruturação conceitual fornecidos pelos trabalhos que apresentamos acima, nos levaram a concluir que fatores pedagógicos, disciplinares e formativos são centrais na gênese do conceito de química. Isto fica evidenciado e discutido explicitamente nos trabalhos de Aguilar (2011) e Pereira (2012), na Educação Básica, e no trabalho de Corio et al (2012), na Educação Superior.

5.1.3 A gênese do conceito de Química no domínio microgenético: a análise dos questionários e recortes de episódios de ensino

Nesta seção, apresentamos uma discussão dos resultados da análise de ideias e concepções sobre química que podem ser estudadas no âmbito do domínio microgenético. A revisão da literatura sobre concepções alternativas ou informais dos estudantes nos forneceu dados importantes acerca de uma ontogênese do conceito de Química, como também orientou a definição de caminhos metodológicos para a análise dos nossos dados empíricos em situações de interação discursiva.

A análise tomará como fonte de dados respostas obtidas do questionário (Apêndice C) aplicado aos licenciandos dos diferentes contextos investigados (Grupos 1, 2 e 3), que foram transcritas na íntegra, assim como do discurso produzido no contexto da oficina realizada com os licenciandos de química participantes da oficina do PFC (Grupo 1), apresentando aqui sob a forma de recortes de episódios de ensino alguns trechos desse discurso. Chamamos a atenção para o fato de que tais ilustrações dos episódios de ensino representam apenas um recorte de um momento mais amplo que será evocado no capítulo de análise das interações discursivas (capítulo 6, item 6.2), no qual, os episódios são contextualizados em mapas de atividades. Aqui, por enquanto, interessa-nos apenas ilustrar modos de pensar sobre a química, bem como realizar uma análise articulada dos questionários com os episódios de ensino. Retornaremos a tais episódios de ensino, em uma análise mais ampla dos mesmos, do ponto de vista da dinâmica das interações discursivas, que será efetuada no item 6.2.

Para organizarmos a análise das respostas dos questionários utilizaremos a seguinte codificação para indicar a origem das respostas: Q1, Q2, Q3, Q4,..., para indicar o número da questão do questionário; L1, L2, L3, L4,..., para a indicação de diferentes participantes, no nosso caso, licenciandos de química; e, para indicarmos o contexto institucional dos

participantes, utilizaremos as siglas EaD (Licenciandos cursando diferentes semestres do curso de licenciatura em química na modalidade de Educação a Distância), PFC (Licenciandos cursando diferentes semestres do curso de licenciatura em química, participantes da oficina do Programa de Formação Complementar – PFC) e HFQ (Licenciandos do segundo semestre do curso, que cursaram a disciplina História e Filosofia da Química no segundo semestre de 2015). Desse modo, por exemplo, se indicarmos “Q3L8HFQ”, em alguma citação de resposta do questionário, isso irá significar uma resposta do licenciando codificado pelo número 8, aluno da disciplina HFQ, à questão 3 do questionário, ou ainda, “Q1L4PFC”, indicando uma resposta do licenciando codificado pelo número 4, participante do oficina do PFC, à questão 1 do questionário.

Usaremos sinais nas transcrições dos episódios de ensino para indicar elementos expressivos dos enunciados produzidos nas interações discursivas, tais como pausas e entonações. Tomaremos como referências as orientações de Carvalho (2007) e Amaral e Mortimer (2007). Nesse sentido, o sinal da barra invertida “/” é usado para indicar truncamento de palavras e interrupções bruscas entre dois turnos de fala. Pausas mais longas são representadas pelo sinal “(+)”, e uma maior quantidade de sinais “(++)” é atribuída proporcionalmente ao tempo da pausa. Reticências após palavras são usadas para representar uma hesitação ou fala não concluída, enquanto que reticências entre parênteses “(...)” representam omissões de falas feitas por nós para, por exemplo, preservar a identificação de indivíduos ou instituições. Os nossos comentários, quando se fizerem necessários, serão inseridos entre dois parênteses “(())”, enquanto que o uso de um parêntese simples “()” é feito para indicar transcrições de hipóteses do que se ouviu. Letras maiúsculas são usadas para representar aumento de tom de voz e entonação de ênfase. Os únicos pontos que utilizamos são o ponto final e o de interrogação, pois, são aqueles para os quais podemos fazer uma inferência mais segura das intencionalidades do locutor.

Além dos sinais descritos acima, nas transcrições dos recortes dos episódios de ensino utilizaremos a letra P, para a indicação de um turno de fala do professor/pesquisador, e a letra L seguida de um número, para indicar turnos de falas de diferentes licenciandos participantes da oficina do PFC. Os números utilizados para a indicação dos licenciandos nos episódios de ensino não têm correspondência com os números utilizados para indicar licenciandos em suas respostas ao questionário.

Em uma primeira aproximação aos dados, os 35 (trinta e cinco) questionários analisados geraram um total de 193 (cento e noventa e três) respostas dos licenciandos às 6

(seis) questões apresentadas no instrumento (ver apêndice C para consulta às questões do questionário). As respostas foram então agrupadas, inicialmente, em 11 (onze) categorias. Posteriormente, em uma nova leitura, estas categorias foram reduzidas a 9 (nove), tal como apresentamos no quadro 10 abaixo, que mostra as categorias numeradas de um a nove, com as respectivas ilustrações de respostas:

Quadro 10 – Categorias definidas a partir das respostas dos licenciandos ao questionário.

Categoria	Exemplos de respostas dos licenciandos
1. Química como uma ciência	“O que me vem à mente é que química é a ciência que se preocupa em estudar a matéria, átomos, etc.” (Q1L5HFQ) “O que vem a mente é uma ciência que estuda a transformação da matéria.” (Q1L13EaD) “Estudo das substâncias e materiais e suas transformações.” (Q1L3PFC)
2. Química como uma tecnologia para a produção de insumos	“(…) ao ouvir a palavra, me vinha apenas os produtos químicos” (Q1L3HFQ) “(…) os compostos feitos pelos homens, onde encontramos reações manipuladas, novas substâncias produzidas, entre outras coisas.” (Q1L4HFQ) “A palavra química é utilizada também nos produtos comerciais, em materiais de trabalho químico, nos remédios que hoje são feitos, etc.” (Q5L11EaD)
3. Química como ferramenta humana de compreensão da realidade	“Uma ferramenta que nos auxilia a entender o mundo a nossa volta. Fora isso, não consigo pensar em mais nada no momento” (Q1L2HFQ) “como se (a química) ativasse uma interface em meu cérebro e meus olhos comesçassem a enxergar tudo diferente.” (Q1L11HFQ)
4. Química como uma profissão	“O curso que estou fazendo e que futuramente irei trabalhar nesta área, lembro que tenho que estudar.” (Q1L1HFQ)
5. Química como uma disciplina escolar	“Química é uma disciplina bastante contextualizada, que quando ouvimos ou pensamos, vem em mente várias situações do cotidiano e por ser contextualizada envolve diversas disciplinas como matemática, ciências, história, interpretação de texto, entre outros.” (Q1L1EaD)
6. Química como essência da realidade	“A essência da existência, tudo o que vemos, sentimos ou respiramos, tudo é química.” (Q1L13HFQ)
7. Química como uma entidade específica que está presente nas coisas.	“Não, lógico que há produtos que possui Química e faz mal, mas produtos naturais e fazem bem a saúde também possui Química.” (Q2L1HFQ) “Concordo, sendo que hoje é muito difícil existir um produto sem química” (Q2L3EaD) “Não, porque tudo que existe tem química” (Q2L12EaD) “Não concordo, pois não tem produto totalmente natural, há um pouco de química” (Q2L7EaD)
8. Química identificada como algumas de suas entidades específicas	“Uma substância química” (Q1L9EaD) “A química é uma substância da natureza” (Q3L9EaD)
9. Química como um processo.	“Reações que podem fazer surgir ou destruir algo, através de elementos que podem ajudar no processo.” (Q1L2EaD) “Uma interação, uma cadeia de elementos químicos, para se formar um determinado composto.” (Q1L6EaD) “Geralmente, a química é a interação de alguns eventos para se obter algum outro resultado.” (Q3L2EaD)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Procedemos agora à análise e discussão dessas categorias de respostas obtidas a partir do questionário aplicado aos três grupos de licenciandos (Grupo 1, do PFC; Grupo 2 da EaD e Grupo 3 de HFQ), estabelecendo também diálogos com dados da análise dos recortes de episódios de ensino produzidos a partir das interações discursivas estabelecidas com o grupo de licenciandos no contexto da oficina do PFC.

Na primeira categoria, denominada “química como ciência”, destacamos concepções que percebem a química como conhecimento, como uma área do conhecimento científico, que tem um objeto de estudo, sejam entidades específicas, tais como átomos, moléculas, elementos ou substâncias, seja a própria realidade como um todo. Na tabela 1, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas ao questionário nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento (ver apêndice C).

Tabela 1 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 1.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>18</u>	<u>Questão 3: 50,0%;</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>12</u>	<u>Questão 1: 27,3%;</u>
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>14</u>	<u>Questão 5: 11,4%;</u>
		<u>Questão 6: 6,8%;</u>
		<u>Questão 2: 4,5%</u>
<u>Total de citações na categoria 1</u>	<u>44</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 1, as respostas nessa categoria se distribuíram quase que de maneira uniforme entre os três grupos de licenciandos. A maior incidência de respostas emergiu a partir das questões de número três (3 - *Com suas palavras, explique que diferenças e semelhanças existem entre a Química e a Física.*) e de número um (1 - *O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?*) do questionário: 50,0% e 27,3%, respectivamente.

Selecionamos também um trecho do EPISÓDIO 1.1 – Química e sua multiplicidade de formas (analisado na íntegra, no capítulo 6, item 6.2), que transcrevemos a seguir, no qual é possível identificar aspectos dessa categoria nos enunciados dos licenciandos do grupo 1. O episódio 1.1 ilustra interações discursivas que foram estabelecidas no primeiro encontro da oficina, durante uma atividade inicial, na qual foi apresentado aos licenciandos um conjunto de sete sentenças contendo definições e ideias sobre a química, extraídas de livros didáticos e

reflexões em artigos de autores da Filosofia da Química, e solicitado que os licenciandos comentassem.

Trecho do **EPISÓDIO 1.1** – *Química e sua multiplicidade de formas*

1.	P: Vamo lá? Quem é o primeiro a falar?
2.	L4: Essa um aí ((referindo-se à primeira sentença apresentada: “ <i>Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações</i> ”)) é do livro né? Porque é bem como eu penso.
3.	P: Também... é mais como você pensa? Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações?
4.	L4: ((acena positivamente com um movimento de cabeça)) Levando pro lado experimental também (+) as reações... (reações químicas)
5.	P: Certo.
6.	L6: Essa última aí (+) a química é responsável pela contaminação ambiental (+) eu não concordo muito bem com ela (+) porque eu não vejo que seja a química EM SI (+) mas a forma em que a química é usada.
7.	P: Certo (+) Outras ideias/ Oi?
8.	L2: Essa outra aí tá mais completa. Pra mim a dois ((referindo-se à segunda sentença: “ <i>A química é a ciência que estuda os materiais e substâncias, suas propriedades, constituição e transformações</i> ”)) tá mais completa.
9.	P: Por quê?
10.	L2: (...) Aquela definição do triângulo lá... ((referindo-se eixos constitutivos do conhecimento químico apresentado nos documentos legais)) que é a questão dos materiais e das substâncias (+) transformações (+) propriedades.
11.	P: Você acha que ela é mais/
12.	L4: Correta.
13.	L2: Mais correta eu não sei. Mas (+) pra mim...
14.	L1: Essa cinco ((referindo-se a quinta sentença: “ <i>a química é somente física aplicada</i> ”)) também é totalmente... ((movimenta a cabeça em sinal de desaprovação))
15.	L3: Equivocada né?
16.	P: Vocês acham que é equivocada?
17.	L3: Porque (+) eu acredito que elas se completam (+) uma ajuda a outra.

No conjunto de enunciados do recorte do episódio 1.1, acima, especialmente do turno 2 ao turno 12, destaca-se uma questão crucial acerca da química como ciência, que diz respeito ao seu objeto de estudo: é este objeto a matéria? Ou são os materiais? Ou ainda as substâncias? Ou as entidades que os compõem, tais como átomos, moléculas, etc?

Uma definição muito tradicional de química apresentadas em livros didáticos e evocadas pelos estudantes e licenciandos recém-ingressos, é a de que a química é a ciência que estuda a matéria, como sinalizado nos turnos 2 e 3. No nosso estudo, observamos respostas de oito licenciandos que explicitamente trouxeram essa concepção em respostas do questionário. Em outros textos didáticos, como nos documentos oficiais, por exemplo, é possível encontrar a terminologia de “materiais e substâncias”, para o objeto de estudo da química, ao invés da matéria. Consideramos essa sutil distinção ontológica de extrema importância. Sobre isso, algumas contribuições da Filosofia da Química podem nos ajudar a interpretar tais questões e assim fornecer argumentos sólidos para definir uma escolha.

É importante destacarmos que a definição de “matéria” implica a adesão ao tratamento de um conceito filosófico e que, portanto, carrega a problemática da dialética “matéria-forma” (SCHUMMER, 2008). De acordo com Ribeiro (2014), essa tensão matéria/forma atravessa a química em seu núcleo e divide duas formas filosóficas, autênticas e diferentes de ver o mundo. Na análise do autor, são duas pressuposições ontológicas que dividiram a filosofia desde a antiguidade. Essa tensão foi explicitamente problematizada por Shummer (2008), que defende que a química do século XVIII foi essencialmente da matéria, e que a química lavoiseana era uma química composicional. Esse cenário tem sido transferido para o entendimento da forma, possibilitada pela matematização (RIBEIRO, 2014). É também o centro da problematização de Bachelard (2009) que considerava a química clássica como substancialista, ou seja, da “matéria”, e a química contemporânea como racionalizada e matematizada, quer dizer, da “forma”.

Lefrève (2012) irá destacar explicitamente que muitas vezes não é devidamente reconhecido o fato de que a química era, e é antes de tudo uma ciência não da matéria, mas de substâncias concretas, de materiais, e, por assim dizer, de uma enorme quantidade de diferentes materiais já nos séculos XVII e XVIII. Ainda nessa problemática e contexto de discussão, uma importante contribuição de Van Brakel (2014) aponta para a noção de *stuff*⁸, *stuff-kinds* (material/coisas, tipos materiais, em tradução livre) ao invés de átomos, por exemplo. Esse ponto passa pela questão ontológica se o mundo consiste fundamentalmente de um tipo de matéria ou de uma grande variedade de materiais. O filósofo da química irá sustentar, portanto, que matéria em geral e suas relações com a energia e a ligação de partículas fundamentais é o objeto da física de partículas.

Outro aspecto bastante importante dessa primeira categoria foram as dificuldades dos licenciandos em apresentarem diferenças entre química e física. Ao invés de fazerem tal diferenciação, apegavam-se à ideia de que as duas ciências são complementares, conforme ilustramos nas citações abaixo, extraídas de respostas às questões do questionário, com as

⁸ Van Brakel explica que utiliza a palavra *stuff* no sentido da palavra alemã “*stoff*”, a qual pode ser entendida como (uma mistura de) uma massa de sólido, líquido ou material gasoso em seu estado inicial “bruto” (aspas nossas) como o material dos quais os objetos materiais são construídos, seja pela natureza, engenheiros, artistas, etc. A palavra “*stoff*” é geralmente traduzida para o inglês como substância ou material, dependendo do contexto. O filósofo acrescenta ainda que “*stuff*” não é sobre coisas, mas, sobre propriedades de coisas. Este termo pode ser ainda considerado o rótulo vulgar para a noção mais científica de material, definida como uma quantidade de matéria.

respectivas indicações do número da questão da qual se extraiu a citação, e a identificação do contexto dos licenciandos (PFC, Ead ou HFQ):

“Acho que uma semelhança é que ambas são uma ciência. Já a diferença nunca pensei sobre.”
(Q3L2PFC)

“Nem são diferentes ou semelhantes. Uma é complementar a outra e estão intrinsecamente ligadas”
(Q3L8HFQ)

“São duas ciências que se complementam, na física estudamos grandezas como a velocidade de deslocamento de um corpo e na química podemos associar essa velocidade a uma decomposição de matéria (reação química).” (Q3L4PFC).

Na nossa segunda categoria de análise, “química como uma tecnologia”, agrupamos concepções que associam a química diretamente a artefatos, produtos comercializados e oriundos da indústria. Na tabela 2, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de sua ocorrência nas questões.

Tabela 2 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 2.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>9</u>	<u>Questão 6: 56,4%;</u> <u>Questão 5: 17,9%;</u> <u>Questão 1: 15,4%;</u> <u>Questão 2: 10,3%;</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>14</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>16</u>	
<u>Total de citações na categoria 2</u>	<u>39</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se observa na tabela 2, as respostas nessa categoria apareceram com mais frequência nos grupos 2 e 3. Mais da metade das respostas emergiu a partir da questão de número seis (6 - *Para você, que importância, aplicações e benefícios tem a química para a sociedade?*).

Esse aspecto perceptivo da química enquanto produto, emergiu também em uma parte das discussões da oficina com os licenciandos do grupo 1 (PFC), tal como apresentamos no trecho de episódio de ensino a seguir, especialmente entre os turnos de fala 5 a 8:

Trecho do **EPISÓDIO 1.2** – *Química em toda a parte?*

1.	P: Então vamos para esse primeiro ponto aqui ((falando acerca da linha temática “imagem pública da química” da Filosofia da Química)) (+) Na visão de vocês (+) qual é a imagem mais comum da química na sociedade? De um modo geral.
2.	L3: Algo perigoso.
3.	L6: Poluição.
4.	P: Algo perigoso (+) maléfico né?
5.	L4: Drogas (+) falou em química todo mundo pensa em dependente químico.
6.	L8: É a química como um produto que você... como se pudesse colocar a química dentro de uma embalagem e vender...
7.	P: Sim (+) é verdade (+) um produto que pode ser comercializado né? O que mais?
8.	L2: O desenvolvimento de remédios.

Em muitos enunciados dos questionários, observamos visões simplistas da tecnologia como atividade humana de produção de bens e artefatos exclusivamente para a melhoria da qualidade de vida, ignorando todas as implicações políticas, econômicas e ideológicas que acompanham tal atividade humana, a ponto de se discutir a possibilidade de utilização de uma nova terminologia, a tecnociência (ECHEVERRÍA, 2003; CHAMIZO, 2013a). Transcrevemos a seguir algumas citações de licenciandos que ilustram essa concepção, extraídas de respostas à questão 6 do questionário, indicando-se na citação o contexto dos diferentes licenciandos (PFC, Ead ou HFQ):

“A química é importante para sociedade pois auxilia em questões alimentícias, cosméticas e farmacológicas, que geram benefícios a nossa qualidade de vida” (Q6L6HFQ)

“A química em todas áreas do conhecimento é fundamental em nossa sociedade, havendo aplicações nas áreas medicinais, biológicas, trazendo benefícios como a criação de remédios para cura, contra doenças graves.” (Q6L1EaD)

“A química ela sempre busca ajudar o mundo com inovações, procedimentos para melhorar o que está ocorrendo nos momentos futuros e atuais.” (Q6L5EaD)

Na categoria 3, “Química como ferramenta humana de compreensão da realidade”, destacamos as concepções que vêem a química como uma ferramenta humana para se entender o mundo, uma produção do homem, não necessariamente atrelada a uma tipologia do conhecimento, nesse caso o científico. Na tabela 3, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões feita aos licenciandos.

Tabela 3 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 3.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>1</u>	<u>Questão 1: 75,0%;</u> <u>Questão 3: 12,5%;</u> <u>Questão 6: 12,5%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>1</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>6</u>	
<u>Total de citações na categoria 3</u>	<u>8</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 3, as respostas nessa categoria representam um número relativamente baixo de apenas 8 (oito) respostas, das quais, 6 (seis) foram expressas pelos licenciandos do grupo 3. A maior incidência de respostas nessa categoria emergiu a partir das respostas à questão de número um (*1 – O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?*).

Trazemos aqui ainda, outro trecho do Episódio 1.1 no qual emergiram discussões entre os licenciandos do grupo 1 (PFC) acerca das definições apresentadas para a química constante em livros didáticos e a distinção da química em relação aos objetos de estudo de outras áreas do conhecimento científico:

Trecho do **EPISÓDIO 1.1** – *Química e sua multiplicidade de formas*

1. P: Vocês acham que é equivocada? ((referindo-se a sentença de número 5: a química é somente Física aplicada)).
2. L3: Porque (+) eu acredito que elas se completam (+) uma ajuda a outra.
3. P: Mas não tem aquela história né que os físicos falam assim (+) não (+) nós estudamos desde as partículas subatômicas até o universo (+) todas as galáxias (+) a física dá conta de tudo (++) então tudo tá dentro da física.
4. L3: Assim como os matemáticos dizem que tudo é matemática.
5. L4: Tudo é química.
6. L3: Cada um vai puxar pro seu lado.
7. P: E aí?
8. L3: Mas são ciências que se complementam né? Acho que uma ajuda a outra a explicar melhor um fenômeno ou uma situação. Não existe aquela ciência definitiva. As ciências vão se complementando e ajudando a o conhecimento de mundo.

As falas do licenciando 3, nos turnos 2 e 8, parecem concordar com a acepção de Caldin (2002), quando discute que, embora ciências como a física, a química, a geologia e a astronomia tenham tradicionalmente sido distinguidas por razões históricas e ocasionais, é difícil vê-las como diferentes em termos fundamentais, ou seja, certamente existem diferenças

de ênfase, mas, em método, tipo de evidência e tipo de conclusão não há diferença fundamental.

Entretanto, entendemos que isso pode contribuir para a formação de ideias sustentadas na base da proposição de uma igualdade epistemológica dos saberes científicos, ou saberes de modo geral, ignorando-se as especificidades, tão necessárias à compreensão da natureza do conhecimento científico nas diferentes áreas.

Na categoria 4, denominada “química como uma profissão”, destacamos aquelas concepções da química como uma área de formação profissional, na qual o químico profissional é o que designa a própria noção de química. Na tabela 4, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nesta categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 4 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 4.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respotas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respotas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>0</u>	<u>Questão 1: 80,0%; Questão 3: 20,0%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>1</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>4</u>	
<u>Total de citações na categoria 4</u>	<u>5</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 4, observamos uma baixa frequência de respostas nessa categoria, sendo o número de 5 (cinco) apenas, das quais, 4 (quatro) foram expressadas pelos licenciandos do grupo 3. A maior incidência de respostas nessa categoria emergiu a partir da questão de número um (*1 – O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?*).

Aqui, a química é vista como um modo de estudar, produzir ou trabalhar com alguma coisa dessa área ou de um contexto a que ela remete. Tal como ilustramos nas transcrições de respostas a seguir, todas oriundas da primeira questão do questionário, e respondida pelos participantes do grupo 3, licenciandos que cursavam a disciplina de História e Filosofia da Química (HFQ):

“O curso que estou fazendo e que futuramente irei trabalhar nesta área, lembro que tenho que estudar.”
(Q1L1HFQ)

“(…) me vem à mente várias imagens; alquimistas trabalhando, transformações em uma indústria química, cientistas e professores de química entre outras coisas.” (Q1L3HFQ)

“cientistas” (Q1L10HFQ)

Esse aspecto profissional da química não emergiu nas interações discursivas da oficina, logo, não dispomos de nenhum recorte de episódio de ensino para articularmos à discussão dessa categoria.

Uma concepção de química voltada para a atividade profissional é de suma importância para a discussão de questões que envolvem a imagem de cientistas presente no imaginário dos licenciandos e estudantes. De um modo geral, ela é quase sempre marcada por estereótipos associados ao cientista maluco, antissocial, destituído de preocupações com a aparência externa, comprometido apenas com o seu trabalho, como vimos nos diversos trabalhos analisados do domínio ontogenético. Além disso, a discussão do aspecto profissional pode auxiliar para a compreensão da própria química como ciência, tal como discute Chagas (2001), que ao propor uma definição da química como “aquilo que o químico faz e como ele faz”, direciona o nosso olhar para a atividade química e não para os seus objetivos, isto é, focalizando os aspectos do trabalho do profissional da química, dos seus espaços de atuação e desafios cotidianos, o que, em nossa leitura, contribui para “humanizar” a ciência química.

A categoria 5 reúne as concepções de química que estão associadas a uma ótica disciplinar, ou seja, a ideia de química como uma disciplina do currículo escolar. Na tabela 5, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 5 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 5.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respotas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>0</u>	<u>Questão 3: 50,0%:</u> <u>Questão 1: 33,3%:</u> <u>Questão 5: 16,7%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>6</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>0</u>	
<u>Total de citações na categoria 5</u>	<u>6</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 5, observamos também uma baixa frequência de respostas nessa categoria: apenas 6 respostas, sendo todas expressadas pelos licenciandos do grupo 2, e metade delas, como resposta à questão 3 do questionário (3 – *Com suas palavras, explique que diferenças e semelhanças existem entre a Química e a Física*).

Essa percepção do caráter disciplinar da química apenas pelos licenciandos do grupo 2 representa um aspecto importante da nossa análise, e que de imediato, chamou-nos a atenção sobre a influência que o contexto formativo desses indivíduos exerce na formação desse modo de pensar a química. Os licenciandos do grupo 2 (EaD) não vivenciam a mesma experiência acadêmica dos licenciandos da modalidade presencial, em termos de circulação pelos espaços da universidade e, salvo algumas exceções, encaram o processo formativo como cumprimento de créditos disciplinares para obtenção de um diploma, que lhes dará o direito e licença para a atuação profissional nas escolas, principalmente do contexto geográfico no qual estão inseridos.

Apresentamos na sequência, um trecho do EPISÓDIO 1.5 - *Química e o selo de validade da mecânica quântica*, inserido nas interações discursivas estabelecidas com os licenciandos do grupo 1, participantes da oficina do PFC, no qual um licenciando expressa essa percepção disciplinar da química.

Trecho do **EPISÓDIO 1.5** – *Química e o selo de validade da mecânica quântica*

<p>1. L9: mas isso que você tá falando da autonomia dela ((referindo-se à química)) em relação à física... porque cada vez mais se vê professores (+) livros texto fazendo uso da mecânica quântica? Se ele não necessita (+) porque que a gente vê a cada dia que se passa mais livros são lançados aí no mercado (...) e cada vez mais esse incremento da mecânica quântica na química pra tentar se explicar mais exata?</p>
<p>2. P: esse é um problema de currículo e de didática e não de filosofia (+) A gente tá falando do ponto de vista filosófico (++) Ela não se reduz (+) Agora/ se eu quero fazer isso ou um material didático... isso é uma escolha sua.</p>
<p>3. L9: essas técnicas de difração de raios-X (+) fluorescência (...) tem como base a mecânica quântica.</p>

O comentário do “Licenciando 9”, no turno 1, ilustra de forma muito clara a estreita relação que pode existir entre as questões abordadas pela Filosofia da Química, em especial o reducionismo à mecânica quântica, e o ensino de química. Esse aspecto particular foi questionado por Scerri (2000c), ao indagar a escolha dos livros didáticos de química iniciarem a abordagem da disciplina pelo conteúdo do modelo atômico da mecânica quântica e das estruturas eletrônicas dos átomos. Nesse mesmo artigo, o filósofo americano não propõe a exclusão desse tema do currículo, mas, recomenda que a sua abordagem considere a distinção

ontológica entre o orbital da química, daquela entidade matemática criada pela mecânica quântica. Isso certamente exigiria do professor um bom domínio dessas questões filosóficas.

A categoria 6, que denominamos “química como essência da realidade”, expressa concepções que enxergam a realidade como sendo essencialmente química, que o real se confunde com a própria interpretação e descrição dessa realidade, como o faz a química. Nesse sentido, a química é a própria realidade. A palavra “tudo”, quando associada à química, é bastante representativa dessas concepções. Na tabela 6, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 6 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 6.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>8</u>	<u>Questão 2: 50,0%;</u> <u>Questão 6: 28,6%;</u> <u>Questão 1: 21,4%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>10</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>10</u>	
<u>Total de citações na categoria 6</u>	<u>28</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 6, as respostas nessa categoria se distribuíram quase que de maneira uniforme entre os três grupos de licenciandos investigados. A maior incidência de respostas nessa categoria emergiu da questão de número dois do questionário (2 - Analise as expressões a seguir: “*Produto totalmente natural - não possui Química*” “*Produto sem Química - não faz mal à saúde*”. Você concorda com tais afirmações? Por quê?), ou seja, metade do total de respostas.

As transcrições de respostas a seguir ilustram a visão de química que inserimos nessa categoria. Como indicadas nas legendas, as citações são provenientes de respostas dadas pelos licenciandos dos grupos 1 e 3, PFC e HFQ, respectivamente.

“A essência da existência, tudo o que vemos, sentimos ou respiramos, tudo é química.” (Q1L13HFQ)

“Com certeza não! Não existe em química, aliás, tudo que esteja presente no universo terá química em seu âmago. E o problema em se correlacionar a química como algo mal, é culpa da mídia.” (Q2L11HFQ)

“logo, tudo é química, seja natural ou artificial.” (Q2L9PFC)

Apresentamos ainda um trecho do EPISÓDIO 1.2 – *Química em toda a parte?*, no qual emerge esta compreensão da química como essência própria da realidade, entre os turnos de fala 1 e 6.

Trecho do **EPISÓDIO 1.2** – *Química em toda a parte?*

1.	L1: Não (+) eu acho que tudo tem química (+) sem exceção.
2.	L3: Tudo que é matéria tem química.
3.	P: Tudo que é matéria tem química?
4.	L2: Só não tem no vácuo.
5.	L9: Luz (+) Luz parte da matéria (+) mas não tem matéria.
6.	L5: Mas se isso daqui ((aponta para a lâmpada no teto da sala de aula)) fosse de outro (+) elemento químico (+) a cor era outra. Então tem química.
7.	L9: A luz ela parte da matéria (+) mas não existe.
8.	L3: Mas o que é a luz/ o que é a matéria? É energia condensada?
9.	((Várias vozes se pronunciam ao mesmo tempo havendo bastante discussão)).

A concepção de química como “o todo” pode ser interpretada a partir do clássico problema da materialização da realidade na filosofia grega de Parmênides que, encerra um caráter de impossibilidade ontológica, pois, se o todo é tudo, o nada não pode existir (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Além dessa implicação e paradoxo filosófico, a compreensão da realidade como sendo exclusivamente química pode contribuir para a formação de interpretações que confundem a noção de realidade com a própria interpretação desta, desprezando assim o caráter da química como uma produção humana. Baird, Scerri e McIntyre (2006) parecem se basear nessa ideia para discutir uma possível razão do negligenciamento da química, enquanto objeto de análise no campo da filosofia. Para os autores, assim como o ar que respiramos e que nos envolve, ao tomarmos a química como algo dado, e que já está “naturalmente” em todo lugar, despreza-se ou perde-se de vista o caráter da química como uma construção humana, histórica e social, em busca de uma identidade ao longo dos tempos (BENSAUDE-VINCENTE; STENGERS, 1992).

Concordamos ainda com Tontini (1999) que discute a impossibilidade de investigação científica da realidade como tal, antes sugere que são porções da realidade, comumente chamadas de sistemas, sob o qual nos debruçamos, já que o real é tão complexo que representações científicas globais são ilusórias.

De acordo com Rosa e Tosta (2005), manifestações como essas parecem indicar que a química é tão ampla que a palavra “tudo”, por si só, dá conta de dizer sobre a importância do seu lugar. As autoras ainda acrescentam que pensar que a química está em tudo também pode

contribuir para o fortalecimento de uma visão poderosa da mesma, de um conjunto de conhecimentos, fenômenos e coisas que constituem o real, considerado na sua totalidade, por isso, essa concepção está presente nos discursos de muitos educadores que colocam a química em tudo para assinalar a sua relevância.

Por essa razão, os discursos voltados para a valorização da química do cotidiano apontam para sistemas complexos, com vida própria, cuja existência e funcionamento podem ser explicados através de conceitos científicos (ROSA; TOSTA, 2005). Nesse sentido, as autoras argumentam que o uso da expressão “a química está em tudo”, confunde os iniciantes no que se refere ao significado da palavra “química”, e questionam: química é coisa ou é conhecimento?

Na categoria 7, “Química como uma entidade específica que está presente nas coisas”, estão agrupadas aquelas respostas que sugerem uma compreensão da química como sendo algo ou uma entidade que está presente nas coisas, ou de que as coisas possuem ou não “a química”. Na tabela 7, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 7 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 7.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>8</u>	<u>Questão 2: 63,3%;</u> <u>Questão 5: 36,7%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>11</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>11</u>	
<u>Total de citações na categoria 7</u>	<u>30</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 7, as respostas nessa categoria se distribuíram quase que de maneira uniforme entre os três grupos de licenciandos. A incidência de respostas nessa categoria emergiu, exclusivamente, a partir das questões de número dois (2 - Analise as expressões a seguir: “*Produto totalmente natural - não possui Química*” “*Produto sem Química - não faz mal à saúde*”. Você concorda com tais afirmações? Por quê?) e de número cinco (5 – Você pode citar outros exemplos e situações nos quais a palavra “química” é utilizada?) do questionário: 63,3% e 36,7%, respectivamente.

Abaixo, apresentamos alguns exemplos de respostas nessa categoria de análise, com a respectiva legenda informando a origem das mesmas, sendo todas oriundas de respostas à questão 2 do questionário:

“Não, lógico que há produtos que possui Química e faz mal, mas produtos naturais e fazem bem a saúde também possui Química.” (Q2L1HFQ)

“Não concordo, pois ambos os produtos possuem química, e aquele que não é natural não necessariamente faz mal a saúde” (Q2L6HFQ)

“Não concordo, pois não tem produto totalmente natural, há um pouco de química” (Q2L7EaD)

O trecho do EPISÓDIO 1.2, também ilustra esta percepção da química na fala dos licenciandos, especialmente entre os turnos 3 e 6:

Trecho do EPISÓDIO 1.2 – *Química em toda a parte?*

1.	L3: O povo tem muito a concepção de/ do que é perigoso da química né? Tal produto de cabelo tem muita química/
2.	((Neste instante o pesquisador interrompe e retoma a leitura das expressões apresentadas no questionário: produto totalmente natural, não possui química; Produto sem química, não faz mal à saúde.))
3.	L3: Aí ele quis passar a ideia de que ele não TINHA substâncias nocivas à saúde né? E... foi infeliz.
4.	L4: Onde é que não tem química né?
5.	P: Química tem em tudo então?
6.	L4: Quase tudo.
7.	L1: Não (+) eu acho que tudo tem química (+) sem exceção.

Esta percepção de química se apresenta nos documentos oficiais, especificamente nos PCN, ao indicar que ela está presente e deve ser reconhecida nos alimentos e medicamentos, nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes. (BRASIL, 1999, p.10). Nessa categoria, a química parece ser confundida com as coisas, ela se torna objeto, ser vivo, substância. Para Rosa e Tosta (2005) essa visão utilitarista da química se sobrepõe à sua faceta teórica, enquanto conhecimento.

Compreendemos a importância que é concedida por alguns autores a esse aspecto do reconhecimento da presença da química no cotidiano, nos produtos que consumimos e utilizamos, etc., como uma forma de contextualização do conhecimento químico, de aproximação dos contextos cotidiano e científico, e de estratégia facilitadora da atribuição de sentidos pelos estudantes aos significados apresentados no conteúdo escolar, tal como vemos, por exemplo, nas orientações curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 1999, 2002). Entretanto, é preciso se levar em consideração também o caráter provisório e incerto das

teorias científicas, o caráter tentativo do conhecimento científico e não como uma imagem exata e infalível das coisas (GIL-PÉREZ et al, 2001).

Na categoria 8, “Química identificada como algumas de suas entidades específicas”, estão agrupadas aquelas concepções que associam a química diretamente a determinados conceitos ou objetos de estudo, sejam entidades específicas, como átomos, moléculas, elementos ou substâncias. Na tabela 8, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 8 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 8.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respsotas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>3</u>	<u>Questão 1: 70,0%;</u> <u>Questão 3: 20,0%;</u> <u>Questão 1: 10,0%</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>4</u>	
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>3</u>	
<u>Total de citações na categoria 8</u>	<u>10</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como se pode observar na tabela 8, as respostas nessa categoria se distribuíram quase que de maneira uniforme entre os três grupos de licenciandos. A maior incidência de respostas nessa categoria emergiu da questão de número um (*1 – O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?*) do questionário, com 70% das respostas. A seguir, apresentamos alguns exemplos de respostas que agrupamos nessa categoria de análise, sendo todas oriundas da primeira questão do questionário, como indicamos na legenda que acompanham as respostas.

“substâncias, moléculas” (Q1L6HFQ)

“átomo” (Q1L10HFQ)

“constituição elementar dos compostos, composição molecular, e geometria, estabilidade e afinidade energética dos compostos.” (Q1L8PFC)

O último turno do trecho do EPISÓDIO 1.2, ilustra também essas ideias e associações feitas à química.

Trecho do **EPISÓDIO 1.2** – *Química em toda a parte?*

1. P: Aí você para assim e diz (+) Química estuda a matéria/ aí você fala o que é matéria (+) matéria é tudo o que ocupa lugar no espaço e possui massa (+) Então a química estuda tudo? Química estuda tudo? Tudo o que existe no mundo?
2. L3: Tudo que é matéria é química (++) se tem matéria (+) existe uma representação química através de fórmulas...
3. L1: Se tem partícula (+) tem ligação (+) tem química.

A percepção da química como estando associada a dimensão material do conceito de lugar (por exemplo, na sala de aula, na cozinha, no meio ambiente, etc.), foi analisada e discutida por Rosa e Tosta (2005). Assim com na investigação das autoras, pode-se perceber também aqui, um movimento de contextualização dos conceitos científicos tratados pela química (partícula, ligação, átomos, elétrons, etc.), para dar legitimidade a essa forma de pensar, articulando-se sempre fenômenos e explicações teóricas comumente vinculadas ao nível submicroscópico do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2006).

É interessante notar que a preocupação primeira dos participantes ao pensar a química, passa pela restrição dessa aos seus conteúdos teóricos, não havendo menção aos aspectos do “fazer” da química, por exemplo, seus métodos de “análise” e “síntese”, que caracterizam o conhecimento químico (CHAMIZO, 2010) ou das “questões centrais” da química, tais como expressas por Talanquer (2009): O que é isto? Como o produzo? Como o transformo? E, como o explico ou predigo? Esse último autor ainda coloca que é preciso conhecer de maneira explícita as perguntas essenciais que motivam o trabalho e as ideias centrais que guiam o pensamento químico, como um aspecto central da aprendizagem da química.

Na categoria 9, denominada “química como um processo”, estão agrupadas as ideias e concepções da química que a associam à processos de mudança ou transformação que ocorrem com entidades durante os fenômenos, ou relações entre essas entidades. Na tabela 9, a seguir, apresentamos uma distribuição das respostas nessa categoria de análise, informando a origem das mesmas, em termos dos grupos de licenciandos participantes, assim como um percentual das respostas em termos de ocorrência nas questões do instrumento.

Tabela 9 – Distribuição das respostas dos licenciandos na categoria de análise 9.

<u>Grupos de licenciandos</u>	<u>Origem das respostas</u>	
	<u>Número de respostas por grupo de participantes</u>	<u>Incidência de respostas por questão</u>
<u>Grupo 1 – PFC</u>	<u>14</u>	<u>Questão 4: 57,9%;</u>
<u>Grupo 2 – EaD</u>	<u>22</u>	<u>Questão 1: 19,3%;</u>
<u>Grupo 3 – HFQ</u>	<u>21</u>	<u>Questão 5: 8,8%;</u>
		<u>Questão 3: 7,0%;</u>
		<u>Questão 2: 5,3%;</u>
		<u>Questão 6: 1,7%</u>
<u>Total de citações na categoria 9</u>	<u>57</u>	<u>100%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 9, observamos que as respostas nessa categoria surgiram mais nos grupos 2 e 3. As maiores incidências de respostas nesta categoria emergiram a partir das questões de número quatro (4 – *Como você compreende o sentido da palavra “química” nesta frase: rolou uma química entre eles dois.*) e de número um (1 – *O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?*) do questionário: 57,9% e 19,3%, respectivamente.

Esse aspecto dos processos químicos também não emergiu explicitamente nas interações discursivas da oficina, por isso não dispomos de nenhum recorte de episódio de ensino para articularmos à discussão dessa categoria. A seguir, apresentamos alguns exemplos de respostas ao questionário, com as respectivas indicações de origem das respostas, que ilustram ideias reunidas aqui.

“Reações que podem fazer surgir ou destruir algo, através de elementos que podem ajudar no processo.” (Q1L2EaD)

“Química – atração, reação” (Q4L10HFQ)

“Nesse sentido, a ‘química’ seria como um tipo de reação entre os dois sujeitos” (Q4L3HFQ)

Por fim, mencionamos ainda na análise desta seção do capítulo que, além das respostas evasivas que se dirigiram à discussão de outras questões e não à resposta da pergunta proposta, bem como da ausência de sugestões de novos contextos de significação para a química, como solicitado na questão 5 (cinco) do questionário (*Você pode citar outros exemplos e situações nos quais a palavra “química” é utilizada?*), foi possível observar em vários enunciados dos licenciandos uma preocupação em demonstrar certo nível de consciência sobre os diferentes modos de pensar e formas de falar que são evocadas para significar o conceito de química.

Esse último aspecto que emergiu dos dados nos sugere que a discussão de aspectos da Filosofia da Química pode auxiliar a tomada de consciência dos licenciandos acerca das

diversas formas de interpretar a noção de Química, que podem coexistir em um mesmo indivíduo, já que tais que manifestações autorreflexivas foram produzidas em um contexto discursivo no qual se introduziam as primeiras ideias sobre esse campo disciplinar, o primeiro encontro da oficina com os licenciandos.

Abaixo, transcrevo algumas destas respostas ao questionário, as quais poderiam ser associadas a algumas das nove categorias discutidas anteriormente, por exemplo:

“Quando eu não tinha noção alguma de química, ao ouvir a palavra, me vinha apenas os produtos químicos. Hoje, com um pouco de noção, me vem à mente várias imagens; alquimistas trabalhando, transformações em uma indústria química, cientistas e professores de química entre outras coisas.” (Q1L3HFQ)

“Á princípio me vem a química experimental, do laboratório, com soluções e experiências de ‘transformação’ de elementos, em seguida, vem o fato de em ‘tudo’ há química, alimentos, produtos de limpeza, baterias, remédios (farmacêuticos), entre outros” (Q1L6PFC)

“Não, se levar em consideração que a química (como interação de elementos) está presente em tudo na natureza. Mas entendo o porquê dessas afirmações estarem dessa maneira, pois facilita a compreensão de que os produtos não possuem adulterantes/aditivos que alterem suas propriedades” (Q2L2HFQ)

Nas três citações a seguir, de respostas ao questionário, parece-nos haver uma conscientização dos licenciandos também com relação ao potencial do contexto como fator direcionador da interpretação do significado do conceito de química.

“Não concordo. Levando em consideração a primeira afirmação, observa-se que ela teria consistência argumentativa à luz do senso comum, entretanto no âmbito científico não teria muita relevância fazer tal afirmação.” (Q2L4EaD)

“Apesar de compreender a utilização do sentido da palavra química nessas frases eu não concordo com elas, pois, consigo visualizar uma concepção alternativa qual leva ao erro conceitual da própria química.” (Q2L7HFQ)

“Não, esta é uma afirmação popular, usada no cotidiano, se pararmos para analisar os produtos naturais, eles são formados pela química. Mas, a maioria das pessoas normalmente só enxergam como as manipulações humanas, através de agrotóxicos, corantes, etc.” (Q2L4HFQ)

Destacamos também a ocorrência e manifestação de um discurso marcado por mais de uma perspectiva de significação apresentado pelos licenciandos ao falar sobre a química em uma mesma citação, como nas transcrições abaixo, de respostas ao questionário, nas quais se evidenciam as categorias “Química como uma ciência”; “Química como entidades”, “Química como um processo” e “Química como essência da realidade”.

“A palavra química aqui não tem um sentido da química a ciência e sim a química com o sentido de ‘ligação’, talvez uma atração de opostas ou uma ligação covalente.” (Q4L6PFC)

“Não! Química é a ciência que estuda a matéria, logo, tudo é química, seja natural ou artificial.” (Q2L9PFC)

A discussão e análise apresentada nessa seção, que investigou o domínio microgenético de significação do conceito de química, contribuíram significativamente para o processo de identificação dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que irão constituir as zonas do perfil conceitual de Química, que iremos propor na sequência desta tese. Antes, discutiremos na seção seguinte uma matriz de significados para o conceito de Química que será utilizada como ferramenta sistemática para a proposição do perfil.

5.2 UMA MATRIZ DE SIGNIFICADOS PARA O CONCEITO DE QUÍMICA

A análise dos três domínios genéticos nos possibilitou identificar os compromissos que constituíram algumas categorias de análise, bem como algumas inscrições epistemológicas a elas associadas, de modo a organizarmos uma matriz de significados. Entendemos por matriz, o amplo espectro que dimensões, domínios, ou inscrições epistemológicas assumem, em termos de características, elementos centrais, pressupostos filosóficos, finalidades, métodos, relações com a realidade e com o objeto do conhecimento. Essas inscrições epistemológicas foram identificadas a partir de uma vasta procura de referências e autores que caracterizasse cada uma delas, a partir do olhar epistemológico e, nesse sentido, tivemos contribuições tanto da epistemologia das ciências da natureza, como das ciências humanas e sociais (BACHELARD, 1977; LECOURT, 1980; SANTOS, 1991; DANCY, 1993; HESSEN, 2000; JAPIASSU; MARCONDES, 2001). A partir disso, identificamos seis inscrições epistemológicas: racionalidade, ôntico, axiológico, estruturalismo, praxeológico e fenomenológico. Na sequência, descrevemos brevemente o sentido utilizado para cada uma dessas inscrições, antes de apresentarmos a matriz de significados que foi construída.

A inscrição epistemológica da racionalidade está considerando a noção de ciência/conhecimento como produto, em uma perspectiva sintática centrada na linguagem, na lógica e na explicação teórica, não estritamente vinculada à dimensão prática do saber, mas ao que provém de processos cognitivos que são comunicados e validados por meio de conjuntos organizados de ferramentas simbólicas e linguagens, de modo geral.

A inscrição epistemológica ôntica tem relação com a inscrição anterior, porém, seu foco é a existência das coisas das quais se fala no domínio do conhecimento. Aqui a caracterização é feita em termos de entes (materiais ou teóricos), eventos, processos que ocorrem na realidade concreta ou abstrata. Também relacionada a essa caracterização, com a inscrição epistemológica denominada de axiológico, queremos enfatizar a perspectiva dos

valores que orientam as escolhas dos indivíduos a partir de suas representações individuais ou coletivas.

A inscrição denominada de estruturalismo pauta-se na compreensão do conhecimento centrado nas relações e não nos elementos, em outras palavras, na totalidade, e não nas partes, sendo a estrutura, um sistema relacional. Com relação à inscrição do tipo praxeológico consideramos a dimensão metodológica, as ações humanas, certamente pautadas em conhecimento, mas, com foco no “fazer”, mais do que no “saber”. Com isso, procuramos destacar os problemas práticos que governam e motivam tais ações. Por fim, a inscrição denominada de fenomenológico assinala a centralidade das coisas em si, no fenômeno (e não as teorias), tal como se apresenta à nossa consciência, e dado a conhecer por ela mesma em sua subjetividade.

No quadro 11 a seguir, apresentamos a nossa matriz de significados do conceito de Química na tentativa de sistematização destas articulações teóricas.

Quadro 11 – Matriz de significados do conceito de Química.

Inscrições epistemológicas	Categorias	Compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos
Racionalidade	Conhecimento científico	Química como uma ciência ou um ramo da ciência com características particulares
		Química como ciência das substâncias e das moléculas
		Química como subárea da Física
		Uma ciência de serviço a outros ramos do conhecimento científico
Saber geral	Didático-pedagógico	Química como uma ferramenta de compreensão da realidade
		Química como uma disciplina escolar ou objeto de ensino-aprendizagem
Ôntico	Eventos	Química é uma transformação material
	Entes gerais	Química são os processos químicos, reações
Axiológico	Agente	Química são os entes teóricos definidos por ela própria.
		Química como algo em si que pode está presente nas coisas.
		Química como agente portador de qualidade que pode alterar propriedades de um corpo ou sistema quando a acrescentada a estes.
		Química como um agente que faz mal ou que é ruim e evitável
Estruturalismo	Materialismo	Química como um agente que faz mal ou que é ruim e evitável
	Generalidade	Agente causador de problemas ambientais
Praxeológico	Técnica	Química com sinônimo da própria matéria
		A química é a própria essência da realidade
		Química como uma tecnologia dirigida à produção de materiais e produtos

	Profissional	Química com uma prática de separar misturas
		Química como uma atividade de laboratório
		Química como uma profissão
		Química como uma formação acadêmica
Fenomenológico	Sensorial	Química como uma atividade industrial
	Empatia	Química como um sentimento de atração de desejo entre pessoas
		Química como uma afinidade entre indivíduos

Fonte: Elaborado pelo autor.

No capítulo a seguir, apresentaremos nossa proposta de um perfil conceitual de Química, constituído de seis zonas, obtidas a partir da combinação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos articulados nessa matriz de significados.

6 PROPOSTA DE UM PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA

Neste capítulo apresentamos a nossa proposta de um perfil conceitual de Química, construído a partir da combinação entre diferentes compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que possibilitam modelar a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de Química. A discussão e caracterização das zonas desse perfil conceitual serão feitas no item 6.1, no qual destacamos modos de pensar e formas de falar que constituem cada uma delas, a partir dos seus compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. A análise da dinâmica discursiva das zonas do perfil em situação de sala de aula, que será apresentada e discutida no item 6.2, nos possibilitou uma discussão sobre a mobilização de zonas do perfil conceitual proposto em contextos discursivos.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL

A caracterização das zonas é feita em termos epistemológicos e enunciativos. Ao longo da discussão de cada uma delas fazemos incursões nos diferentes domínios genéticos que foram utilizados como base para a sua determinação. Em geral, a caracterização se inicia por uma descrição geral da zona do perfil, mediada pela apresentação de ideias obtidas da análise do domínio ontogenético. No decorrer do texto, apresentamos ainda enunciados obtidos da investigação do domínio microgenético, bem como as contribuições da análise do domínio sociocultural. Mostraremos como as contribuições de distintos autores e linhas temáticas no âmbito da Filosofia da Química podem fundamentar algumas dessas zonas do perfil conceitual. As zonas propostas são assim denominadas: monista, aversiva, epistêmica, pragmática, processual e atrativa.

6.1.1 Caracterização da zona monista

Esta zona é constituída por interpretações da química caracterizadas por duas perspectivas estreitamente relacionadas. A primeira é aquela que considera a química como a essência própria da realidade, ou seja, a ideia de que a realidade é, por si mesma, “química”, ou de que tudo o que existe é química, sendo a química vista como sinônimo do próprio real. A segunda perspectiva considera química como uma entidade própria presente nos corpos, ou na sua antítese, a ausência da mesma, quer dizer, que algo está “isento de química” (aspecto mais bem detalhado na zona aversiva). Enunciados característicos dessa segunda perspectiva são ilustrados como, “a química está presente em tudo” ou, também, “tal produto não tem química”. Os enunciados produzidos nos contextos discursivos em que emerge a zona

monista podem ser caracterizados por expressões do tipo “tudo é química”, ou “química é tudo o que existe”.

Os enunciados abaixo, obtidos a partir das respostas de licenciandos ao questionário utilizado na investigação do domínio microgenético, ilustram tais modos de pensar sobre química, características dessa zona do perfil conceitual.

“A essência da existência, tudo o que vemos, sentimos ou respiramos, tudo é química.” (Q1L13HFQ)

“A química está presente em tudo que nos cerca, presentes em nosso organismo.” (Q1L7EaD)

“logo, tudo é química, seja natural ou artificial.” (Q2L9PFC)

“Concordo, sendo que hoje é muito difícil existir um produto sem química” (Q2L3EaD)

Resolvemos denominar de “monista” esta zona do perfil, tomando como inspiração a própria origem do termo monismo, que designa a ideia de “único”, “sozinho”, ou seja, a defesa da unidade da realidade como um todo (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001). O monismo, na perspectiva de uma solução teológica do problema da essência do conhecimento, retrocede ao absoluto, ao princípio último da realidade (HESSEN, 2000), e nesse caso, a química, seria essa unidade, essa única realidade. Ainda no âmbito da Teoria do Conhecimento, essa percepção de que a química existe por si só na realidade independente do sujeito, caracteriza bem o dogmatismo, enquanto solução para o problema da possibilidade do conhecimento.

No enunciado a seguir, fica evidenciado um compromisso com um realismo do tipo ontológico, que concebe a realidade independente de mentes humanas (PESSOA-JÚNIOR, 2009).

“Obviamente que não! Tratar a química como sendo somente algo ofensivo à natureza humana é algo totalmente de um discurso que veio de alguém completamente ignorante. A partir do momento que se denomina que algo possui química já se torna excludente, ela não pode ser denominada, a química é feita e se faz presente desde a própria criação do universo.” (Q2L1PFC)

Em metafísica, o monismo é o termo empregado em referência às teorias filosóficas que defendem a unidade da realidade como um todo, isto é, considera o conjunto das coisas como redutível a uma unidade, seja do ponto de vista da substância, seja do ponto de vista das leis pelas quais as coisas são regidas, seja do ponto de vista moral. Do ponto de vista da substância, o termo “monismo” se aplica às ontologias que reduzem todas as coisas somente à matéria ou somente à alma. O monismo se divide, portanto, em monismo “materialista” e monismo “idealista”. Suas origens remontam aos filósofos pré-socráticos, tais

como Zenão de Eleia, Tales de Mileto, Parmênides e, no século XVII, Espinoza (1632-1677), que defendia a existência de uma única coisa, a substância, da qual tudo o mais seriam apenas modos (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001).

Parmênides e Espinoza acreditavam que havia razões filosóficas para supor que só poderia existir um gênero de coisa real e autossuficiente. Em síntese, o monismo indica toda doutrina ou sistema de pensamento que se apoia em certa unidade de explicação, ou seja, a redução a um só princípio, a uma só causa, a uma só tendência ou direção, para um domínio de ideias ou de fatos (WINOGRAD, 2004). O monismo materialista sustenta, portanto, que só existe uma coisa no mundo, a matéria. Essa, então, passa a ser tomada como a única categoria ontológica, desprezando-se outras categorias de entidades, como eventos e abstração (CHI, 1992). O enunciado a seguir ilustra essa percepção.

“Não, pois tudo que é matéria (tem massa e ocupa um lugar no espaço) a química se faz presente (...)”
(Q2L4PFC)

Nesse caso, um importante compromisso epistemológico que se destaca aqui é o de que o monismo sustenta que exista apenas uma verdade (enquanto que o pluralismo acredita em múltiplas verdades). Por isso, a verdade aqui, seria aquela dada pela química.

Da análise histórica, trazemos aqui a discussão introduzida por Bachelard (1996) ao analisar o problema da diversidade das substâncias e a conseqüente busca pela coerência do pluralismo em química. A gênese dessa forma de pensar pode encontrar raízes históricas nas tentativas de classificações químicas dos elementos que constituem a matéria. Na análise de Bachelard, é Mendeleev quem entreviu uma doutrina geral das qualidades particulares e preparou a harmonia das substâncias esboçando um plano geral das substâncias elementares. Mais tarde, com os estudos dos isótopos e radioatividade, a concepção de que a química estaria na base de tudo e que deveria explicar todas as qualidades é reforçada, e nas palavras do filósofo francês “era como supor que a natureza química é a natureza primordial, a natureza naturante” (BACHELARD, 1996, p.129).

A base do monismo é o fisicalismo ontológico, ou simplesmente fisicalismo, termo para o qual, em outras obras adota-se preferencialmente “materialismo”. Na Filosofia da Mente contemporânea, o termo tem sido usado para indicar apenas uma crença na universalidade da física e, nesse campo, é frequentemente acompanhado do qualificativo ‘ontológico’ (KIM, 1989). Logo, utilizando o termo da maneira como é usualmente feito na Filosofia da Mente, se refere à doutrina ontológica que afirma que todas as coisas que existem no mundo são partículas elementares reconhecidas pela física, nesse caso, interações entre

essas partículas. Assim, o fisicalismo ontológico confere prioridade ao físico, logo, a diversidade das coisas deve resultar de diferentes arranjos da mesma matéria básica (EL-HANI, 2000).

Conforme discutimos também no breve histórico de constituição da área de Filosofia da Química, alguns filósofos da química apontam o fisicalismo como um dos fatores responsáveis pela negligência da legitimidade da área, e, portanto, da própria autonomia da química (VAN BRAKEL, 1999, SCHUMMER, 2010). A busca de um lugar para a química no domínio filosófico se pautou pela defesa de sua autonomia em termos ontológicos e epistemológicos.

Por outro lado, parece que tal iniciativa encontrou eco nas discussões sobre o ensino de química, como se pode notar no discurso de alguns documentos curriculares, que sugere um compromisso com uma visão monista que, por sua vez, tem o fisicalismo como base. A nosso ver, é nesse pano de fundo que podemos interpretar indicações feitas pelos PCN ao referirem-se à química e a sua importância, quando afirmam que:

“ela está presente e deve ser reconhecida nos alimentos e medicamentos, nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes. A sobrevivência do ser humano, individual e grupal, nos dias de hoje, cada vez mais solicita os conhecimentos químicos que permitam a utilização competente e responsável” (BRASIL, 2000, p.10).

6.1.2 Caracterização da zona aversiva

Esta zona do perfil conceitual é caracterizada por interpretações da química como agente poluidor, de contaminação ou adulteração e que, portanto, deve ser evitada. Enunciados característicos dessa perspectiva podem ser ilustrados a partir de ideias como a de que “a química é perigosa”, “poluição química”, ou de que um produto pode ser “livre de química”, por exemplos. Em termos axiológicos, pode-se associar moralmente o que é bom ao que é “natural”, e o que é “sintético”, ao que é ruim/mau, isto é, químico.

Outros componentes valorativos estão implicados na forma de ver a química como um agente, pois, uma parcela significativa da opinião pública concebe a química como uma potência maléfica e mortífera, responsável, em boa parte pelos problemas ambientais. O adjetivo “químico” denota algo de qualidade duvidosa com riscos potenciais para a saúde e que, portanto, está distante das qualidades originais dos produtos naturais (LASZLO;

GREENBERG, 1991; KAUFFMAN, 1992; CHAMIZO, 2011). Os enunciados a seguir, obtidos a partir da análise do domínio microgenético, ilustram esse modo de pensar.

“(...) Não, lógico que há produtos que possui Química e faz mal (...)” (Q2L1HFQ)

“Sim, porque tem produto hoje que ao conter química faz mal a saúde em alguns aspectos.” (Q2L11EaD)

As formas de falar expressas nos enunciados anteriores ilustram alguns compromissos ontológicos que dialogam com aqueles já identificados na zona monista, já que em ambas as perspectivas, a química é concebida como aspecto material ou entidade contida nos corpos. Na zona aversiva sobressai, entretanto, a atribuição axiológica da entidade, química, como sendo má, prejudicial e/ou danosa.

A imagem pública da química possui uma longa história e foi formada a partir de um conjunto de fatores constituindo um complexo fenômeno social e cultural de profundas raízes (SCHUMMER; BENSUADE-VINCENT; TIGGELEN, 2007). O termo irônico “ciência impura” é usado por Bensaude-Vincent e Simon (2008) para evidenciar, dentre outros aspectos, uma imagem muito frequente da química como associada à poluição e, portanto, responsável pela contaminação do solo, da água e do ar que respiramos. O contexto histórico no qual a moderna indústria química se desenvolveu tem se prestado ao papel de vilão. Além disso, temos ainda o legado da tradição alquímica, dos venenos, da feitiçaria, das substâncias perigosas, e mais contemporaneamente, a primeira guerra mundial (ou guerra química), acidentes industriais e a degradação ambiental.

A hostilidade generalizada em relação à química levou as pessoas a frequentemente atribuir conotações negativas aos produtos químicos percebendo-os como potencialmente perigosos. Laszlo (2006) descreve a “quimiofobia” como o medo da química ou de produtos químicos induzidos por alguns problemas de poluição largamente documentados e divulgados. Nesse sentido, o par oposto “natural” *versus* “químico” pode determinar até mesmo escolhas por indivíduos.

Segundo Bensaude-Vincent e Simon (2008), essa dicotomia entre “natural” e “químico” traduz a impressão duradoura deixada por pouco mais de um século e meio da pesada indústria química e seus ramos sintéticos cada vez mais prolíficos. Os autores destacam ainda que uma das ironias da história da química consiste no fato de que o protesto inicial contra a poluição do meio ambiente por químicos surgiu no mesmo momento em que eles não só constituíam um corpo profissional especializado em questões de higiene e

segurança alimentar, como também aprimoravam técnicas agrícolas e inovações que salvariam vidas no setor farmacêutico. Os novos fertilizantes químicos, por exemplo, foram aclamados por muitos como meios para acabar com a fome no mundo.

Em outros enunciados da nossa investigação no domínio microgenético é possível perceber uma distinção ontológica entre pensar a química em si, e o seu uso pelo homem, sendo possível falar de um “lado negro” da química.

“(…) existe o lado ruim da química, quando é usada para o desenvolvimento de armas de destruição em massa.” (Q6L4PFC)

“Sim, apesar da química ter seu lado bom para humanidade também acaba sendo prejudicial quando a relaciona a saúde. Alimentos por exemplo, quando contém química não se compara a um natural.” (Q2L10EaD)

Em outros casos, é possível identificar a partir dos nossos dados empíricos, um reconhecimento crítico acerca da existência desse modo de pensar sobre química no público em geral, desprovido de conhecimentos da ciência química.

“Obviamente que não! Tratar a química como sendo somente algo ofensivo à natureza humana é algo totalmente de um discurso que veio de alguém completamente ignorante.” (Q2L1PFC)

A partir da última citação, é interessante destacar como compromissos epistemológicos que estão na base de concepções como aquelas apresentadas na zona monista – de que química está presente em tudo –, e também presentes aqui, são mais compartilhadas por licenciandos e estudantes de química, enquanto que na zona aversiva, essa atitude de repulsa ou antipatia está mais difundida entre o público geral e leigo no assunto. Bensaude-Vincent e Simon (2008) chegam a apontar que esse medo da química, em certos casos, pode ser considerado como imaginado, e não real.

Esse último aspecto pode ser destacado a partir de Bachelard (1996) em termos de um obstáculo epistemológico denominado de “experiência primeira”, incrustado no conhecimento não questionado, e caracterizado por colocar a experiência antes e acima da crítica. Esse tipo de obstáculo epistemológico apoia-se diretamente no dado claro, nítido, seguro, e é sustentado por um empirismo evidente e básico. Para ilustrar seu pensamento, o filósofo francês fornece alguns exemplos de como o medo manifestado em casos como o do trovão e da eletricidade têm por base esta filosofia. Nesse sentido, temos uma ideia filosófica que exalta a natureza, já que “o espírito pré-científico sempre acha que o produto natural é mais rico do que o artificial” (BACHELARD, 1996, p.39).

A noção de natureza em química discutida por Schummer (2003b) em diferentes períodos históricos, desde as concepções alquimistas às contemporâneas pesquisas com medicamentos, também nos auxilia na caracterização desta forma de pensar sobre química. Na análise do autor, a noção de natureza caracterizada como “estática”, tem sua origem em uma tradição cristã, fundada em uma ontologia arcaica, que distingue propriedades essenciais de propriedades acidentais e confere ao conceito de natureza um caráter tanto descritivo quanto normativo, isto é, um determinado conjunto de entidades e processos que não devem ser alterados no nível das propriedades essenciais. Nesse sentido, os químicos estariam mudando aquilo que é criação divina, o natural, para o que é artificial, portanto, distante das qualidades fundamentais da matéria.

6.1.3 Caracterização da zona epistêmica

Esta zona do perfil conceitual é composta por interpretações e ideias acerca de química como conhecimento, um saber sistematizado, a química como uma área do conhecimento científico, ou como uma disciplina (e suas subdisciplinas) ou matéria do currículo escolar, em outras, palavras, o sistema teórico-conceitual da química, veiculado através dos seus discursos nas diferentes instâncias. São típicas as formas de falar expressadas em enunciados como aqueles que se referem à química como “a ciência que estuda a...”, “uma ciência da natureza”, “uma ciência central”, etc.

Esse modo de pensar parece ser a primeira escolha evocada pelos sujeitos quando se solicita que definam química em diferentes contextos, como podemos observar nos enunciados abaixo, extraídos de respostas ao questionário.

“O que vem a mente é uma ciência que estuda a transformação da matéria.” (Q1L13EaD)

“Quando ouço a palavra ‘química’ me vem a mente uma imagem de ciência que estuda as transformações da natureza.” (Q1L7PFC)

“Ao ouvir essa palavra me lembro do seu sentido próprio de ciência que se comunica com outras, entretanto, possui a sua autonomia” (Q1L7HFQ)

Tomando como referência o contexto didático-pedagógico, expressões como “química é difícil”, “conceitos incompreensíveis”, “conteúdo abstrato”, “chata”, “muitos cálculos”, utilizadas para se referir ao seu estudo, também ilustram percepções dos sujeitos acerca da química inseridos nesta zona do perfil conceitual.

Como apontamos na análise dos questionários, na investigação do domínio microgenético, essa dimensão disciplinar é muito recorrente, em especial nas respostas dos licenciandos da EaD ao questionário, que explicitamente pensam a química quase que exclusivamente na base do conhecimento químico, o seu produto, ao invés do seu processo de produção.

“Química é uma disciplina bastante contextualizada, que quando ouvimos ou pensamos, vem em mente várias situações do cotidiano e por ser contextualizada envolve diversas disciplinas como matemática, ciências, história, interpretação de texto, entre outros.” (Q1L1EaD)

Ao definirmos esta zona, não estamos propondo aqui uma dicotomia teoria-prática, que consideramos ser ilusória para a química, antes, o que queremos é dar um foco na dimensão do pensamento químico, na tentativa de se identificar compromissos que estabilizam este modo de pensar a noção de Química.

Muitas vezes, encontram-se definições de química que são híbridos entre alguns dos modos definidos anteriormente. Como destaca Laszlo (2013), muitas pessoas não conseguem distinguir entre uma definição e uma propriedade, assim, a química pode ser tanto vista como intermediário da biologia e da física e, como também na forma de uma generalização que atribui papel importante a química, quando denominada de “a ciência central”. Essa terminologia é também analisada por Tontini (1999), ao considerar a amplitude do campo de aplicação da química contemporânea, compreendendo ramos da biologia, ciências da terra e ciências dos materiais, por exemplo.

Embora bastante difundida essa atribuição da química como ciência central, vale mencionar uma problematização do termo, como em Balaban e Klein (2006), que na base de um trabalho cienciométrico, parece apontar a bioquímica como estando mais interconectada a outras ciências, e até mesmo a matemática – considerada como ciência na visão dos autores – como permeando as demais ciências e, portanto, mais “central” do que a química.

A caracterização dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos desta zona dependem, especificamente, do tipo de concepção de ciência e de conhecimento que possuem os sujeitos que evocam tal sentido para a química. Em razão disso, haveriam diversos enfoques à luz da Teoria do Conhecimento (HESSEN, 2000), que forneceriam uma referência para tal caracterização, desde as possibilidades do conhecimento (posições do dogmatismo ao ceticismo), da origem (concepções que vão do racionalismo ao empirismo), da essência (das soluções propostas pelo objetivismo ao idealismo) e dos valores implicados

na sua produção, que estariam na base de concepções positivistas, construtivistas, realistas ingênuas, entre outras, tão bem evidências na literatura (GIL-PÉREZ et al 2001). Do ponto de vista da Filosofia da Química, alguns compromissos podem ser destacados quando se dirige a atenção para essa dimensão epistêmica da ciência química, tais como aqueles que identificamos e discutimos brevemente a seguir.

Para Schummer (2006), a química é uma ciência seriamente classificatória de um ponto de vista ontológico, que requer o tratamento com muitas noções abstratas. Associada a essa característica, a linguagem própria da química implica em que seus conceitos caracterizam-se por dualidade (por exemplo, ácido-base, nucleófilo-eletrófilo, fraco-forte, eletropositivo-eletronegativo) e circularidade (por exemplo, para se definir o que é ácido é preciso definir o que é base, e vice-versa), tal como discute Laszlo (1999).

O corpo teórico da química é caracterizado como sendo relacional e emergente a partir dos dados experimentais (BERNAL; DAZA, 2010, STEIN, 2004, SCHUMMER, 1997c). No entanto, isso não implica falar de um empirismo fácil e essencialmente indutivista. Da mesma forma que as explicações geradas pela química se pautam por um realismo caracterizado como operativo, prático e contextual, oposto ao realismo ingênuo (VIHALEMM, 2011). E de um ponto de vista axiológico, a função explicativa da ciência, incluindo sua função preditiva, podem ser considerados como valores epistêmicos importantes no contexto de aplicação (ECHEVERRIA, 1995).

Sjöström (2007) analisa o discurso dominante da química sugerindo um discurso complementar, no qual, em um nível disciplinar, importantes compromissos epistemológicos são identificados quando da fundamentação do discurso da química basear-se no objetivismo, no racionalismo, e reducionismo molecular. Para esse autor, em um nível social, o discurso químico é baseado no modernismo, no qual, vigora a ideia de que a ciência gera constante progresso para a melhoria da sociedade.

A importância do contexto educacional para o desenvolvimento da química é bem pertinente na sua história. Alguns autores defendem que o contexto educativo foi decisivo para o crescimento da química como ciência. Alvarez, Sales e Seco (2008) irão comentar que Boyle, Lavoisier, Dalton e Mendeleev escreveram livros para representar importantes passos no desenvolvimento dos conceitos de elementos químicos e de métodos de classificação de elementos, evidenciando-se que o desenvolvimento da química se origina de uma preocupação pedagógica. Bachelard sinaliza também isso ao indicar que a química progride

por ideias sistemáticas, e de que, por isso, tantos químicos, ao buscar uma visão geral da história de sua ciência, tenham sido levados a livros de filosofia química (BACHELARD, 2009).

Conforme destacado na análise do domínio sociocultural, o processo de constituição de um corpo teórico próprio, um conjunto de saberes sistematizados e divulgados ganha destaque com os trabalhos pioneiros de Boyle, no qual a busca pela incorporação da química como domínio científico legítimo junto à então chamada “filosofia natural”, via um projeto epistemológico de integrá-la a esse novo saber universalizado, introduzindo, portanto, o universo naturalista no uso da química (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Nesse processo de transição e conquista de um território, a química no século XVII surge como uma disciplina no sentido de “matéria ensinada”, vinculada à medicina e às práticas artesanais como metalurgia, perfumaria. No século XVIII, começa, então, a ser reconhecida como uma ciência, autônoma e legítima, com bases sólidas, uma linguagem específica e constituída por uma comunidade de pesquisadores (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992).

Estamos pensando a caracterização da química como disciplina, com base na perspectiva de disciplina apontada por Lopes (1999), que compreende o conhecimento escolar como um conhecimento selecionado a partir de uma cultura social mais ampla, que passa por um processo de transposição didática, ao mesmo tempo que é disciplinarizado, e que se constitui no embate com os demais saberes sociais (seja o científico, cotidiano, popular), diferenciando-se dos mesmos. Sendo este, portanto, o resultado de um processo marcado por tensões ideológicas.

Analisando um contexto mais local, alguns momentos históricos importantes da constituição do ensino de química no Brasil são discutidos por Chassot (1996), que traz elementos importantes para uma análise da constituição sócio-histórica da disciplina de química, apontando registros relacionados ao seu ensino já no século XIX. Segundo o autor, o primeiro decreto oficial que se refere ao ensino de química no Brasil é o de 6 de julho de 1810, que cria uma disciplina de química na Real Academia Militar. Chassot (1996) cita uma Carta de Lei de 4 de dezembro de 1810 que trazia informações sobre organização curricular e os tipos de conteúdos a serem trabalhados, como os de química, especialmente voltados para o conhecimento das minas. Ou seja, a adoção de uma perspectiva marcadamente utilitarista do conhecimento químico.

De acordo com Rosa e Tosta (2005) a disciplina de química passa a ser ministrada de forma regular no currículo do Ensino Secundário no Brasil, a partir de 1931, com a Reforma Francisco Campos. No levantamento histórico das autoras, foi possível perceber que nos documentos da época, os objetivos para o ensino de química parecem voltados para a apropriação de conhecimentos específicos, além da tarefa de despertar o interesse científico nos estudantes e de enfatizar a sua relação com a vida cotidiana. Na década de 1960, a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que instituía o ensino profissionalizante em nível médio, conferiu ao ensino de química um caráter técnico-científico.

Em tempos mais recentes, o movimento de mudanças curriculares, iniciado a partir da publicação de documentos oficiais pelo Ministério da Educação, no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, institui um discurso para a química que aponta para outros aspectos envolvendo a formação de competências e habilidades para o exercício da cidadania. Dentre outros aspectos, é destacada a importância de se compreender que a química está presente e deve ser reconhecida nos alimentos e medicamentos, nas fibras têxteis e nos corantes, nos materiais de construção e nos papéis, nos combustíveis e nos lubrificantes, nas embalagens e nos recipientes. (BRASIL, 1999, p.10). Ou ainda como uma habilidade específica de:

“identificação da presença do conhecimento químico na cultura humana contemporânea em diferentes âmbitos e setores, como os domésticos, comerciais, artísticos, desde as receitas caseiras para limpeza propagandas e uso de cosméticos, até em obras literárias, músicas e filmes” (BRASIL, 2002, p.92).

É importante salientar ainda que, de acordo com Lopes (2005), as disciplinas, de forma geral, compreendem saberes com bases epistemológicas mais ou menos explícitas, porém não são essas bases que definem a concepção de disciplina escolar, pois, as disciplinas escolares atendem a finalidades sociais decorrentes do projeto social da escolarização, não se constituindo em simples reprodução de divisões de saberes do campo científico. Apesar disso, reconhecemos e reafirmamos a estreita relação entre a perspectiva disciplinar da química e as concepções de natureza da química, isto é, o potencial que o ensino pode exercer na visão dos estudantes sobre o conhecimento químico, e sua dimensão epistêmica, estabilizando assim, compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos diversos.

6.1.4 Caracterização da zona pragmática

Nesta zona do perfil conceitual consideram-se interpretações do conceito de Química vinculadas à prática, à atividade profissional, acadêmica ou industrial da química. Em outras

palavras, estamos considerando aqui modos de pensar a química do ponto de vista da dimensão operativa e tecnológica, por sua vez, orientadas por valores e normas de conduta.

A denominação escolhida para esta zona do perfil toma a ideia do “pragmático” em sentido geral, considerando o que é prático, concreto, aplicado (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001). Da mesma maneira como discutimos na zona epistêmica, não estamos propondo aqui uma dicotomia teoria-prática, que consideramos incompatível com a natureza da química. Schummer (1997d) explicita essa relação recorrendo a diversas diferenciações entre química e técnica, e defende que, no contexto das sínteses químicas, não é possível trazer à tona uma diferença entre as duas instâncias. Antes, o que pretendemos aqui é dirigir a atenção para o universo do “fazer” químico, na busca de se identificar compromissos que estabilizam essa forma de pensar sobre química.

Caracterizam esta zona, enunciados que expressam o caráter operacional da química nos diferentes espaços institucionais. Os enunciados a seguir, oriundos de respostas dos licenciandos ao questionário, servem como exemplares para a compreensão desse modo de pensar.

“(…) os compostos feitos pelos homens, onde encontramos reações manipuladas, novas substâncias produzidas, entre outras coisas.” (Q1L4HFQ)

“processo de fabricação, precauções quanto ao uso” (Q1L8PFC)

“Nas indústrias, alguns métodos de separação, flotação, na fabricação de remédio.” (Q5L8EaD)

A investigação do domínio sociocultural nos permitiu identificar a química atual como herdeira de uma grande quantidade de ofícios e tradições que influenciaram a vida diária de todas as culturas. Desde a revolução instrumental do século XVIII, no qual a noção de química estava fortemente vinculada à arte de análise e síntese (NEWMAN; PRINCIPE, 1998), até os recentes avanços em química computacional, a química tem sido marcada pela prática. Essas tradições se concretizaram em técnicas que associam o trabalho da química à experimentação (CHAMIZO; CASTILLO; PACHECO, 2012). Na base dessas práticas podemos identificar uma variedade de valores, além dos valores epistêmicos privilegiados pela epistemologia tradicional (RIBEIRO, 2014), àqueles associados à tecnociência, conforme identifica Echeverria (2003), por exemplo, a inovação, a funcionalidade, a eficiência, a eficácia, a utilidade e a aplicabilidade. Dentre esses valores, convém destacar ainda a preocupação com o desenvolvimento sustentável, base dos pressupostos da química verde,

compromissada com o desenvolvimento de metodologias e processos que objetivam proteger a saúde humana e o ambiente (ANASTAS; WARNER, 1998).

Esse modo de pensar sobre química pode ser interpretado a partir de sua dimensão tácita (RIBEIRO, 2014), ou seja, a química tem uma dimensão tácita, que está fortemente vinculada à dimensão da prática científica, em outras palavras, um conhecimento caracterizado pela transmissão de práticas culturais contextualizadas e dependentes do contato entre o mestre e o aprendiz e, portanto, não totalmente declarado, de um ponto de vista filosófico. Em outras palavras, a química não tem apenas conteúdo explícito. Uma característica comum do conhecimento tácito está em que a forma de comunicá-lo se dá pelo exemplo, pela ação e não por descrições explícitas. Por exemplo, quando se pensa o desenvolvimento de habilidades procedimentais no contexto da experimentação química, grande parte desses conhecimentos se adquire na manipulação de equipamentos, instrumentos de laboratório, enfim, são habilidades que necessitam ser apreendidas pela vivência com os seus praticantes mais experientes. O conhecimento dos *experts* é de natureza tácita e, portanto, boa parte da transmissão do fazer científico é de natureza tácita (TALA, 2013).

Michel Polanyi (1891-1976), um físico-químico que trabalhou como médico e que trouxe para o debate da ciência a importância e o papel do conhecimento tácito e da tradição, foi pioneiro na exploração dessa dimensão pessoal do conhecimento químico. Em *Personal Knowledge*, Polanyi (1958) apresentou uma crítica às metodologias racionalistas da ciência, chamando a atenção para o papel exercido pelos fatores sociais, tais como o conhecimento tácito e pessoal, que são importantes na comunicação e no ensino da química. Para Polanyi (1958, 1966), a prática científica é transmitida de mestre para aprendiz, e muito do que é aprendido é tácito em caráter, sendo jamais articulado, somente demonstrado e imitado (THALOS, 2013).

Sendo esse conhecimento tácito um saber transmitido na relação entre mestre e aprendiz, propõe-se uma caracterização da química também como arte, em que os conhecimentos mobilizados não são apenas conceitos, proposições e diagramas, mas também práticas, valores, heurísticas, códigos, inserindo-se, assim, em transferências de conhecimentos imersos na cultura e em sistemas axiológicos, não sendo possível falar em conteúdos de pensamento puramente declarativos em química, em conteúdos puramente proposicionais que se aprende unicamente pelo ensino, mas, como resultado da experiência (RIBEIRO, 2014).

Seguindo a proposição de Van Brakel (1997, 2014), temos Lewowicz e Lombardi (2013) defendendo também que a química lida majoritariamente com substâncias materiais, *stuff*, com a ideia de continuidade e não de descontinuidade, ou seja, a química é uma ciência das transformações das substâncias e que, portanto, existe uma primazia da imagem manifesta sobre a imagem científica em química. Em alternativa ao realismo científico tradicional, tem-se defendido o compromisso com um realismo operacional e prático (VIHALEMM, 2007).

Importantes compromissos epistemológicos estão presentes nesse modo de pensar a química, quando olhamos para os seus métodos de síntese e análise, tal como apresenta Chamizo, Castillo e Pacheco (2012). Talanquer (2009) amplia essa discussão apontando quatro dimensões de trabalho do químico: a síntese, a análise, a transformação e a modelagem, associadas às respectivas questões centrais: o que é isto? Como o produzo? Como o transformo? E, como o explico ou predigo? Chagas (2001) ao pensar uma definição de química com base “naquilo que o químico faz”, aponta uma diversidade de técnicas associadas aos problemas e perguntas que o químico pretende responder com o seu trabalho cotidiano, focalizando assim, tal dimensão prática.

Analisando a química sob o foco profissional, Kovac (2001) argumenta que devido às raízes práticas da química, o seu discurso é baseado no pragmatismo. O autor sustenta que a química antecipa uma caracterização vigente da ciência, marcada por um realismo operativo, uma epistemologia do “aprender fazendo”. Essa posição, também apoiada por outros filósofos da química, como Schummer (1998, 1999), assinala que em função da complexidade da química, da grande quantidade de heurística, da razão prática e de problemas de contorno é importante distinguir duas formas de razão presentes na química: uma teórica (dedutiva, apriorista e formalista) e uma prática (KOVAC 2002). Essa última é *a posteriori*, criativa, fundada no contexto da descoberta, imaginativa, regulada por valores não apenas epistêmicos, mas também em heurísticas, intuição, estética, inovação, criação, utilidade, funcionalidade (RIBEIRO, 2014). Logo, a química não teria como valores fundamentais as verdades de suas construções ou a explicação última da realidade, mas a possibilidade das representações que ela produz.

Kovac (2002) defende então que a química é provavelmente o melhor exemplo de ciência que poderia ser tomado para o estudo do contexto da ética científica e profissional. Ele argumenta que, historicamente, entre todas as ciências naturais, a química é a que mais se define como uma profissão no mesmo senso que a medicina, direito, e engenharia, pelo menos no contexto norte-americano. Diferentemente da física, os químicos devem sempre estar

próximos do experimento e, portanto devem, nas palavras do autor, “pensar com as mãos” mais que outros cientistas.

Por trabalharem em uma variedade de contextos, conseqüentemente, são confrontados por muitos problemas éticos. O exemplo mais citado é a indústria química que está intrinsecamente envolvida com a construção da sociedade e, dessa forma, carrega muitas questões complexas na relação entre ciência e sociedade. Para Laszlo (2006) a química tem a característica de ser tanto uma ciência como uma indústria. Por essa característica eminentemente prática, Kovac (2002) irá dizer que, historicamente, os químicos têm estado menos preocupados com a investigação dos segredos profundos do universo do que com a síntese de novas substâncias. Devido à existência de uma indústria própria, desde há muito tempo a química se distingui de outras ciências. Essa estreita relação traz contribuições tanto para a química quanto para a indústria química (SJÖSTRÖM, 2007).

Outra contribuição relevante para a dimensão axiológica, e para os compromissos que constituem esta zona do perfil pode ser analisada a partir da linha temática da Filosofia da Química que aborda as questões éticas, estéticas e valorativas da química. O conhecimento químico e a prática química implicam questões éticas, sociais, estéticas e ambientais. Como a química está envolvida, não somente com a produção de conhecimento para a compreensão do mundo, mas também, em ações práticas de transformação do mundo, a noção de pluralismo axiológico inerente à atividade científica (ECHEVERRIA, 1995) é essencial aqui. Na química, tais valores são identificados, por exemplo, na abordagem de questões estéticas (SCHUMMER, 1999, 2003a, 2006; LASZLO, 2003).

Tais percepções podem ser evidenciadas nos seguintes enunciados, produzidos pelos licenciandos em respostas ao questionário.

“A química pode trazer vários benefícios se o homem souber utilizá-la corretamente, através dela podem se manipular elementos e produzir coisas novas para melhorar o modo de vida da sociedade” (Q6L4HFQ)

“A química produz todo tipo de riquezas.” (Q6L7PFC)

“matérias que serão transformadas para ser aplicado em alguma necessidade humana ou uma ‘falsa’ necessidade criada pelo homem.” (Q1L5PFC)

A maior parte das pesquisas em síntese química origina-se do interesse dos químicos em aumentar o número de novos compostos, os quais parecem ser um fim em si próprio, mais do que uma possibilidade de que tais descobertas sejam aplicadas (TONTINI, 1999).

As questões éticas que subjazem a prática química são analisadas por Kovac (2002) a partir da profissão do químico, a qual permite compreender a própria essência da química (CHAGAS, 2001). Kovac (2002) defende que uma das questões centrais da Filosofia da Química é a relação entre epistemologia e ética, sendo esta o coração da química. Na leitura de Del Re (2001) a discussão da ética em química deve ser importante para esclarecer as escolhas de investigação e os riscos associado às pesquisas. Acrescenta ainda que essa discussão deve seguir os três valores expressos por Platão, de verdade, justiça e beleza.

Nesse mesmo domínio de discussão, Schummer (2001) traça uma análise sistemática da ética nas sínteses químicas que, segundo ele, é a principal atividade dos químicos durante os últimos 200 anos (SCHUMMER, 1997a, 1997b). Diferentemente de outros campos de conhecimento, as sínteses químicas geram produtos reais que mudam o mundo material. O autor chega até mesmo a identificar o perfeccionismo dos químicos como uma tentativa de superar Deus, já que as construções químicas são melhores e mais perfeitas que a própria natureza. Por essa razão, a química é uma ciência completamente do artificial, movida por um desejo de aperfeiçoar a natureza e por valores estéticos profundos. Nesse contexto, Schummer (2001) questiona que os químicos deveriam ter um critério explícito para distinguir entre boas e más pesquisas. Também os químicos não poderiam ser considerados criadores livres, pois as sínteses químicas não podem ser consideradas uma atividade neutra do ponto de vista axiológico, como um valor ou um fim em si mesmo e, com isso, chama-nos a atenção para a reflexão sobre a responsabilidade moral dos químicos.

6.1.5 Caracterização da zona processual

Esta zona do perfil é constituída por interpretações e percepções de química como um processo que ocorre com entidades presentes (ou não) na realidade, ou seja, química é processo, relação, transformação, mudança. Os enunciados produzidos nos contextos discursivos em que emerge a zona processual podem ser ilustrados a partir das respostas de licenciandos ao questionário utilizado na investigação do domínio microgenético, que são apresentados a seguir.

“Em primeiro lugar vem a palavra transformação” (Q1L5PFC)

“(…) experimentos, processos biológicos (Q1L6HFQ)

“Uma interação, uma cadeia de elementos químicos, para se formar um determinado composto.” (Q1L6EaD)

O conteúdo desses enunciados aponta para as reações, as transformações dos materiais, a nível macroscópico e a nível submicroscópico (ou teórico), no qual a

característica de ser química é a quebra de ligações químicas, o intercâmbio de elétrons e a formação de novas substâncias. Tais percepções são evocadas quando se solicita que os sujeitos expressem o que vem às suas mentes quando ouvem a palavra “química”.

Stein (2004) caracteriza a química como uma ciência de processos, apontando para uma ontologia processual. Logo, esta zona que estamos definindo para o perfil considera uma ontologia de processos, nos quais as entidades são tidas como eventos (CHI, 1992) e tomamos as contribuições de Whitehead (1978), e sua filosofia de processo, como uma referência central na fundamentação desta zona. Na filosofia de processo de Whitehead (1978) a mudança é considerada como a única coisa real, uma ontologia baseada na mudança mais do que na substância. Para Plesch (1999), apesar das muitas definições de química, o autor sustenta que a química está preocupada com a mudança de um tipo de matéria a outra e com as leis que regem essas mudanças.

Compartilhando disso, Del Re (1998) afirma assumir um compromisso com o axioma do “realismo forte”, segundo o qual, existem coisas, eventos e processos independentes de nossa própria existência e vontade, e eles podem ser conhecidos por nós individualmente, dentro dos limites impostos pelos nossos sentidos e cérebro, como existentes e distintos de outros objetos.

O compromisso epistemológico principal aqui está fundamentado na noção dos modelos como ferramentas de descrição e explicação desses processos que nos permitem “ver” os fenômenos. Entretanto, essa definição, como discutimos na zona epistêmica, dependerá da escolha e concepção acerca da natureza e papel dos modelos como ferramenta do pensamento científico, se são concebidos como imagens, espelhos da realidade, ou como construções criativas e imaginárias utilizadas para representação dos objetos estudados. Na discussão de Vihalemm (2011) pode-se identificar um compromisso epistemológico com o realismo, quando o autor assinala que quanto mais os químicos praticam a química, operam com os modelos e as demais ferramentas diagramáticas, mais eles acreditam na realidade das entidades das quais falam.

Alguns dos compromissos epistemológicos e ontológicos desta zona do perfil podem estar compartilhados com os compromissos da zona monista, a depender do ponto de vista adotado acerca do papel dos modelos no pensamento químico, por exemplo, quando destacamos a adesão a um realismo do tipo ontológico (PESSOA-JÚNIOR, 2009), que admite a presença da química, nesse sentido processual, desde a origem do universo. Entretanto, as

zonas monista e processual se diferenciam em função do tipo de entidade considerada no respectivo modo de pensar, pois, enquanto na zona processual, a química é entendida como um processo, na zona monista, ela é uma entidade presente (ou não) nos materiais.

Uma das discussões que é objeto de controvérsias na Filosofia da Química são as tensões que giram em torno de questões envolvendo essas duas categorias ontológicas. Nesse cenário, questiona-se se a química diz respeito, primordialmente, às substâncias ou processos; se a pesquisa química é sobre substâncias químicas ou sobre reações químicas; se uma reação química é definida pela alteração de certas substâncias, ou se são as substâncias definidas pelas suas reações químicas características.

Em um tipo de perspectiva, Earley (2004, 2013) argumenta, na sua análise ontológica, que apesar da centralidade dos processos em química, a estrutura conceitual é construída na perspectiva das substâncias. Em outra direção, Bernal e Daza (2010) argumentam que a epistemologia da química pode ser entendida como uma rede de relações. Conforme discutimos na investigação do domínio sociocultural do conceito de Química, a tabela de afinidades de Geoffroy é considerada por Bernal e Daza (2010) como o primeiro exemplo de sucesso desse pensamento relacional em química. Essa busca por um sistema explicativo-preditivo da seletividade das reações químicas no século XVIII nos auxilia a compreender o uso de uma ontologia relacional em química, que fundamenta esse modo de pensar.

No projeto de construção da tabela de afinidades de Geoffroy (1672-1731), publicada em 1718 (BERNAL; DAZA, 2010), o compromisso com uma ontologia corpuscular, vigente na época, é recusado, em favor da avaliação de relações seletivas observadas quando as substâncias apresentavam certas preferências em reações químicas. Esse modelo representou um progresso para o desenvolvimento da química, ao sistematizar um conjunto acumulado de dados empíricos, e fornecer um sistema de referência para a previsão de outras reações.

A química, então, adota uma posição anti-essencialista em considerar que propriedades são fundamentais e instanciadas no contexto das relações, isto é, propriedades que são emergentes e contextuais (WHITEHEAD, 1978; LAMZA, 2010). Uma posição alternativa foi proposta por Schummer (1998), que defende uma integração entre essas aproximações, combinando conceitualmente as duas dimensões, substâncias e processos, em uma rede de relações dinâmicas.

Van Brakel (1997), ao assinalar que a química é essencialmente sobre a transformação de substâncias, destaca que os acontecimentos são, na realidade, as substâncias básicas da

ontologia química. Nesse sentido, Stein (2004) irá discutir que a transformação molecular, tema central na química, tem sido tradicionalmente interpretada à luz de uma metafísica que enfatiza as coisas e substâncias. Em uma direção alternativa, o autor argumenta que é coerente com o pensamento químico uma visão das moléculas como sistema dinâmico, nos quais as identidades podem ser pensadas como padrões de estabilidade no tempo. Assim, a transformação assume um caráter novo, podendo ser compreendida como fundações para a complexidade emergente, dando prioridade ontológica ao “tornar-se” sobre o “ser” ou ao devir.

6.1.6 Caracterização da zona atrativa

Compõem esta zona do perfil conceitual interpretações e ideias acerca da química como um sentimento, uma atração, uma empatia, ou afinidade entre pessoas. São típicas as expressões largamente usadas no senso comum, atribuindo um sentido romântico ao uso do termo, por exemplo, a ideia de que “rolou uma química” – que a propósito, foi recentemente utilizada como título de um filme lançado no Brasil em 2013 (de título original, *Better Living Through Chemistry*) – ou de enunciados característicos dessa forma de falar sobre química, exemplificados também como, “há muita química entre nós”, para se referir a duas pessoas apaixonadas (PATIL, 2014), ou do amor como estando associado à “química certa” ou à “química perfeita”.

Na voz dos próprios licenciandos, o uso desse termo, nesse contexto específico, está indicando tais elementos.

“A palavra química nesse caso se refere a algo bom, pode ser relacionada à afinidade, ou até mesmo aos próprios sentimentos” (Q4L4HFQ)

“Na minha opinião, o sentido da palavra química nessa frase significa que os dois indivíduos se atraíram um pelo outro.” (Q4L12HFQ)

“Quando se referimos que um casal tem uma química boa, ou seja, uma sintonia boa, uma boa relação.” (Q5L10EaD)

Dizer que há química é dizer que há uma conexão, uma combinação, uma sintonia entre duas pessoas. Ter química com alguém é quando acontece uma atração imediata ou construída com o passar do tempo, como em outros casos. Nesse aspecto, a química ocorre quando um se sente bem ao lado do outro, há compreensão entre os sujeitos, a conversa flui de forma agradável, o humor é presente na relação e um sente falta de estar ao lado do outro.

Nesta zona do perfil, o argumento de Rodrigues e Mattos (2007) para a inclusão de uma dimensão axiológica ao Perfil Conceitual, faz muito sentido, em razão da necessidade de se considerar a incorporação dos aspectos afetivo-cognitivos nesses significados da química. Essa dimensão está relacionada aos valores e fins que os sujeitos atribuem às coisas, o que possibilita entender e reconhecer as razões afetivas das escolhas de certas representações dos objetos em contextos específicos. Como a atitude dos sujeitos na interação sujeito-mundo é modulada por seu perfil conceitual e pelo processo de aprendizado da situação imediata em que se encontra (contexto), a dimensão axiológica tem papel essencial na constituição da visão que os sujeitos possuem da realidade e influencia a tomada de decisão, e a relação do sujeito com o mundo.

Ao longo da história, artistas, poetas e escritores têm se interessado pela natureza do amor apaixonado, o desejo e o comportamento sexual. Na década de 1960, os psicólogos sociais e sociólogos começaram a investigação sistemática desses fenômenos complexos. Nas décadas posteriores neurocientistas e bioquímicos também começaram a explorar esses fenômenos (HATFIELD; HAPSON, 2009).

Michael Liebowitz, citado por Fischer (1994), em seu *The chemistry of love* (1983) foi o primeiro a especular sobre a “química do amor”, dividindo o que chamou de “amor romântico humano” em dois estágios básicos: atração e ligação. Propôs, então, que eventos psicológicos específicos no cérebro estariam envolvidos em cada um desses estágios e, atribuiu um papel central à Feniletilamina, a comumente conhecida “molécula do amor”, como estando preponderantemente relacionada a tais emoções.

Helen Fischer, estudando voluntários apaixonados em laboratório, também dividiu o amor em estágios, por sua vez, associados ao predomínio de substâncias neurotransmissoras (FISCHER, 1994). Em *Why we love: The nature and chemistry of romantic love*, Fischer (2004, citado por HATFIELD; HAPSON, 2009) argumentou que as pessoas possuem um trio de sistemas cerebrais primários projetados para lidar com relacionamentos íntimos, sendo eles: atração (amor apaixonado), a luxúria (desejo sexual), e a ligação (amor companheiro), e que a química da atração romântica geralmente eleva a atração sexual.

Opiniões dos próprios especialistas da psicologia e da medicina comportamental se orientam pelo uso desta zona do perfil conceitual, quando sugerem que para um relacionamento dar certo, “ter química é fundamental”, e nesse contexto, a expressão assume o sentido de um conjunto de qualidades e características diversas que existem no outro e que

passamos a admirar. Nos depoimentos de pessoas que vivenciaram experiências amorosas, o termo “química” aparece associado a bom relacionamento ou a um mau relacionamento quando da ausência desta (ALMEIDA, 2013).

De um ponto de vista bioquímico, o amor, diz o discurso científico, nada mais é do que uma cadeia de reações químicas que acontecem no cérebro. Sabe-se da existência de relações diretas entre os compostos químicos que circulam no nosso sangue e atuam sobre o nosso cérebro, e os nossos comportamentos nas diversas fases do amor. Uma das responsáveis pelas descargas de emoções para o coração e as artérias é a dopamina, um neurotransmissor da alegria e da felicidade liberado no organismo para potencializar a sensação agradável do amor.

Essa perspectiva interpretativa aparece como zona do perfil conceitual de Química de licenciandos ao interpretarem contextos específicos de uso do termo:

“Para mim, que hormônios caracterizados como os da ‘paixão’ começou a reagir dentro do organismo de ambos.” (Q4L11HFQ)

“Como sempre está ocorrendo a interação química e não diferente nos sentimentos. O amor, por exemplo, existe a liberação de substâncias nos dá a sensação de que o que está ocorrendo é bom.” (Q4L5EaD)

“A química do amor, ou seja, temos algumas substâncias químicas que no nosso sistema ao serem liberadas nos faz sentir atraído.” (Q4L8EaD)

“Antes de saber da fundamentação química, compreenderia como a maioria das pessoas: que eles estão afim um do outro. Mas, agora ouvir essa frase me faz pensar na química orgânica, nas enzimas e hormônios que estão envolvidos quando o cérebro detecta o amor” (Q4L1PFC)

Em pesquisas recentes, determinadas estruturas cerebrais se mostraram mais ativas em pessoas apaixonadas, sendo regiões ricas justamente em dopamina e endorfina, um neurotransmissor com efeito semelhante ao da morfina. A feniletilamina, parecida com a anfetamina, é outra molécula associada a esse conjunto de transformações, assim como a noradrenalina, que contribui com a memória para novos estímulos, o que explicaria o fato de que pessoas apaixonadas costumam se lembrar da roupa, da voz e de atos triviais do outro. Hormônios como a oxitocina e vasopressina, responsáveis pela formação dos laços afetivos mais duradouros e intensos, como na relação materna, também tendem a aumentar nas fases mais agudas, preparando o terreno para um relacionamento estável (ROCHEDO, 2015).

Havendo interesse por outra pessoa, a química “rola” literalmente com substâncias que provocam sintomas intensos e avassaladores em todo o corpo. Os mais evidentes são o aumento da pressão arterial, da frequência respiratória e dos batimentos cardíacos, a dilatação das pupilas, os tremores e o rubor, além de falta de apetite, concentração, memória e sono.

Tudo provocado por alterações em regiões específicas já identificadas pela ciência com a ajuda de ressonância magnética funcional e outras técnicas.

O conhecimento desse modelo explicativo faz surgir então novas estruturas interpretativas nos sujeitos, para darem sentido ao mundo, como podemos observar no comentário de um licenciando a seguir:

“Antes de saber da fundamentação química, compreenderia como a maioria das pessoas: que eles estão afim um do outro. Mas, agora ouvir essa frase me faz pensar na química orgânica, nas enzimas e hormônios que estão envolvidos quando o cérebro detecta o amor” (Q4L1PFC)

Fomos buscar algumas referências sobre o tema do amor na filosofia, com a hipótese inicial de que o mundo natural é ontologicamente distinto do mundo social. Na busca dos compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que fundamentam esta zona do perfil, tomamos, inicialmente, algumas contribuições da fenomenologia das emoções e dos valores de Max Scheler (1874-1928).

Scheler (1973 citado por VANDENBERGH, 2006) concebe as emoções como atos intencionais subjetivos (*noesis*) e os valores como seus correlatos objetivos (*noemata*). Em outras palavras, os valores são sentidos nas emoções e através das emoções. São elas que descobrem um mundo de valores, tendo esses a sua própria lógica.

Para uma fenomenologia da percepção, a primazia do amor sobre o conhecimento tem implicações importantes. Mesmo antes de um objeto ser percebido, ele é valorado; nesse sentido, o objeto é percebido porque é, e do modo como é, valorado (VANDENBERGH, 2006). A axiológica de Scheler considera, assim, quatro dimensões, a saber: a esfera do absoluto, a esfera da cultura, os valores estéticos e os valores científicos.

Outra referência que foi importante para a nossa análise é a contribuição da representação do amor, fundamentalmente ontológica, por Tillich (TILLICH, 1954 citado por GROSS, 2015). Sem negar essa dimensão emocional, mas concedendo prioridade ao resgate da dimensão ontológica, a noção de unificação da realidade é uma característica fundamental da compreensão que Tillich elabora do amor. Ele considera o amor como o poder dinâmico da vida. Considerando as tradicionais distinções entre amor-*eros*, amor-*cupiditas*, amor-*ágape* e amor-*filía*, o amor, nessa perspectiva, está mais próximo da noção de *eros*. Esse, então, não pode ser criado pela vontade, ele simplesmente ocorre. Gross (2015) afirma que Tillich irá falar, portanto, de *qualidades* do amor e não de *tipos*.

Na perspectiva de Schopenhauer (2000), o amor entra em cena nesse horizonte do corpo e da sexualidade como foco da coisa-em-si do mundo. Apesar de se poder apontar o ceticismo de alguns em relação à realidade do amor, o filósofo os contesta, e assegura que o amor existe sim, pois do contrário, a literatura, espelho da vida, não abordaria o tema (BARBOZA, 2007).

Ainda segundo Barboza (2007) o tratamento do amor por Schopenhauer é feito sob a ótica do “impulso sexual”, ou seja, das motivações sexuais inconscientes. Do seu ponto de vista, é o amor sexual quem move a humanidade e é o “foco” da coisa-em-si, a vontade, interpretada com “ímpeto cego” do organismo. Tal abordagem, a nosso ver, é potencialmente útil para a interpretação do sentido de “química do amor” que estamos analisando aqui. Para Barboza (2007), essa dimensão inconsciente e propulsora do sexo também se apresenta na origem da psicanálise de Freud.

Embora a expressão “rolou uma química entre nós” não seja apenas figurativa, e encontre sentido literal na explicação bioquímica dos processos que ocorrem no cérebro, e mesmo conhecendo tais explicações para o conjunto de sensações experimentadas por alguém que está tendo uma química com outro, convém questionarmos o que é melhor: o “sentir” do que o “saber” que e porque se está apaixonado. Mesmo com dopamina e serotonina e todos os compostos aqui enumerados, que interagem quando a paixão nos atinge, essas formas de falar encontram valor pragmático no uso cotidiano e fornece significado afetivo às escolhas do indivíduo que as emprega. Nada desse conhecimento irá importar quando se estiver apaixonado, afinal, nem tudo o que sentimos, o fazemos com os olhos da ciência.

Aqui aparece com bastante clareza a componente axiológica dos perfis conceituais, mostrando que o teor do discurso é acompanhado de componentes valorativos que se sobressaem em relação aos epistêmicos. Tais interpretações associadas à vontade podem expressar a essência do pragmatismo, em sua noção clássica, pois se está concedendo primazia ao ser humano, como ser prático, ativo e não um ser predominantemente pensante, teórico, já que seu intelecto está a serviço do seu querer, do seu agir. Mesmo sabendo da explicação química do amor, da paixão, essa racionalidade é útil para agir e não só para conhecer, ou seja, o pensamento está conectado à aplicação na vida.

Finalizamos a discussão e caracterização das zonas do perfil conceitual proposto tecendo algumas considerações sobre esses diferentes modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de Química. É importante destacarmos que a separação de modos de pensar

em zonas não necessariamente torna partida ou compartimentada a visão da química. Em outras palavras, no discurso dos sujeitos, podem emergir simultaneamente diferentes zonas e a expressão de algumas ideias pode até mesmo representar superposição ou intersecção de zonas. Por essa razão, justificamos a importância da análise da dinâmica discursiva e como tais zonas emergem nas discussões em sala de aula. Esse aspecto é abordado na seção seguinte.

6.2 A DINÂMICA DAS ZONAS QUE CONSTITUEM O PERFIL CONCEITUAL DE QUÍMICA

Nesta seção do trabalho apresentamos uma análise de episódios de ensino inseridos no contexto de interações discursivas estabelecidas com os licenciandos do grupo 1, participantes da oficina do Programa de Formação Complementar (PFC) do IQ-UFRN, já mencionados ao longo deste texto. Avaliaremos o perfil conceitual proposto para a noção de Química, apresentado no item anterior, mediante a investigação da dinâmica das zonas que constituem esse perfil, de modo integrado a estrutura analítica do discurso desenvolvida por Mortimer e Scott (2002).

A análise de dados do trabalho com os licenciandos no contexto da oficina, além de permitir a identificação dos compromissos envolvidos na microgênese da noção de Química, também nos forneceu elementos para caracterizarmos formas de falar que estão relacionados a modos de significar esse conceito. Ao longo desta análise, pretendemos destacar o papel desempenhado pelo perfil conceitual de Química na modelagem da dimensão cognitiva do discurso.

Para esta análise selecionamos o conjunto de episódios de ensino apresentados no quadro 12 a seguir, inseridos nos seus respectivos momentos da oficina com os futuros professores.

Quadro 12 – Conjunto de episódios de ensino selecionados do PFC, para análise.

Encontro	Episódio
1º encontro: concepções de química e introdução à filosofia da química	EPISÓDIO 1.1: <i>Química e sua multiplicidade de formas</i> EPISÓDIO 1.2: <i>Química em toda a parte?</i> EPISÓDIO 1.3: <i>Química e a sua relação com as outras ciências</i> EPISÓDIO 1.4: <i>Química pode ser reduzida epistemologicamente?</i>
2º encontro: relações de superveniência e as concepções alternativas em química	EPISÓDIO 2.1: <i>Dependência da química a física</i>

3º encontro: modelos e explicações em química	EPISÓDIO 3.1: <i>O objeto de estudo da química</i>
4º encontro: refletindo sobre o ensino da natureza do conhecimento químico	EPISÓDIO 4.1: <i>Os modelos no ensino de química</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme discutimos no capítulo 4 (quatro), sobre os procedimentos metodológicos da pesquisa, a oficina foi estruturada em quatro encontros, indicados no quadro 12 acima. O primeiro encontro teve por objetivo apresentar os objetivos da oficina, introduzir a temática Filosofia da Química, e a análise de definições, expressões ou ideias acerca da química. O segundo encontro tratou das relações de superveniência, discutidas na Filosofia da Química, e as contribuições de tal noção filosófica para a análise de concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem em química. No terceiro encontro foi disponibilizado um tempo para que grupos de licenciandos trabalhassem na construção de um CoRe (*content representation*) (ver apêndice E). No quarto e último encontro da oficina as produções anteriores foram socializadas no grande grupo e discutidas coletivamente.

A interpretação dos episódios irá considerar quatro das cinco dimensões da estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002), quais sejam: as intenções do professor/pesquisador, o conteúdo, a abordagem comunicativa e as intervenções/ações do professor. Tais dimensões de análise estarão articuladas às perspectivas de significação do conceito de Química, em termos das zonas do perfil conceitual mobilizadas. A dimensão dos padrões de interação da ferramenta analítica não foi explorada nesta análise por considerarmos que nossos objetivos de pesquisa não estão estritamente vinculados aos aspectos didático-pedagógicos da interação em sala de aula, mas à natureza dos significados aí produzidos.

Para o 1º encontro da oficina, intitulado como “concepções de química e introdução à filosofia da química”, mostramos o mapa de atividades a seguir:

Quadro 13 – Mapa de atividades do primeiro encontro da oficina.

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
25min	Apresentação dos participantes e discussão dos objetivos da oficina	Objetivos da oficina	Os licenciandos expõem os motivos pelos quais escolheram a oficina dentre as possibilidades ofertadas pelo	Alguns licenciandos comentam sobre as suas expectativas em relação a oficina, como também fornecem informações sobre seus progressos nos diferentes semestres do

			programa da instituição no corrente semestre	curso.
35min40s	Aplicação de questionário inicial (ver apêndice C)	Concepções sobre química	Os licenciandos respondem ao questionário	
3min	Comentários gerais sobre o questionário	Concepções sobre química	Os licenciandos avaliam as questões e expõem opiniões gerais sobre as mesmas	Muitos licenciandos afirmam que nas sentenças são apresentadas ideias para as quais nunca houve uma reflexão por parte deles
9min (7min)	Análise de sentenças contendo ideias e definições sobre a química EPISÓDIO 1.1: Química e sua multiplicidade de formas	Concepções sobre a química. Modos de pensar e formas de falar sobre a química	O professor apresenta algumas sentenças que trazem ideias sobre a química, a partir de textos didáticos e artigos de autores da filosofia da química. Os licenciandos leem e comentam as frases.	Alguns licenciandos, pelas expressões faciais e entonação expressiva de voz demonstram uma consideração e aversão à algumas sentenças sugerindo, inclusive como sendo absurdas tais representações sobre a química.
24min (5min) (1min30s)	Exposição dialogada da área da Filosofia da Química EPISÓDIO 1.2: Química em toda a parte? EPISÓDIO 1.3: Química e a sua relação com as outras ciências	Breve histórico da área. Panorama dos principais temas de pesquisa e linhas de investigação, pesquisadores da área e suas instituições. A relação da química com outras ciências Impacto social e imagem pública da química.	Os licenciandos ouvem a exposição e fazem comentários pontuais sobre as ideias e considerações apresentadas sobre o campo de pesquisa	
20min (06min28s)	Discussão sobre o problema do reducionismo e características distintivas do conhecimento químico EPISÓDIO 1.4: Química pode ser reduzida epistemologicamente?	Reduacionismo e autonomia da química. Reduacionismo epistemológico e ontológico	Os licenciandos apresentam argumentos em torno das questões do reducionismo	Um dos licenciandos destaca-se ao assumir uma posição radicalmente oposta à ideia de autonomia da química, enquanto os demais sinalizam concordar com os argumentos apresentados pela filosofia da química na exposição dialogada.

10min	Comentários finais sobre o tema do reducionismo			
-------	---	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

No início desse primeiro encontro, foram apresentadas algumas ideias em torno da química no formato de frases/definições (ver quadro 3 no item 4.3.2) para que os licenciandos analisassem e se posicionassem em relações às mesmas. Essas ideias apresentadas a eles, na forma de sentenças, foram elaboradas pelo pesquisador a partir de leituras e reflexões sobre trabalhos de autores da Filosofia da Química e a partir de livros didáticos de química. O primeiro episódio de ensino a ser analisado deste encontro é transcrito a seguir.

EPISÓDIO 1.1: *Química e sua multiplicidade de formas*

1. P: Vamo lá? Quem é o primeiro a falar?
2. L4: Essa um aí ((referindo-se à primeira sentença apresentada: “ <i>Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações</i> ”)) é do livro né? Porque é bem como eu penso.
3. P: Também... é mais como você pensa? Química é a ciência que estuda a matéria e suas transformações?
4. L4: ((acena positivamente com um movimento de cabeça)) Levando pro lado experimental também (+) As reações... (reações químicas).
5. P: Certo.
6. L6: Essa última aí (+) A química é responsável pela contaminação ambiental (+) Eu não concordo muito bem com ela (+) porque eu não vejo que seja a química EM SI (+) mas a forma em que a química é usada.
7. P: Certo (+) Outras ideias/ Oi?
8. L2: Essa outra aí tá mais completa. Pra mim a dois ((referindo-se à segunda sentença: “ <i>A química é a ciência que estuda os materiais e substâncias, suas propriedades, constituição e transformações</i> ”)) tá mais completa.
9. P: Por quê?
10. L2: (...) aquela definição do triângulo lá... ((referindo aos eixos constitutivos do conhecimento químico apresentados nos documentos legais)) que é a questão dos materiais e das substâncias (+) transformações (+) propriedades.
11. P: Você acha que ela é mais/
12. L4: Correta.
13. L2: Mais correta eu não sei. Mas (+) pra mim...
14. L1: Essa cinco ((referindo-se a quinta sentença: “ <i>a química é somente física aplicada</i> ”)) também é totalmente... ((movimenta a cabeça em sinal de desaprovação))
15. L3: Equivocada né?
16. P: Vocês acham que é equivocada?
17. L3: Porque (+) eu acredito que elas se completam (+) uma ajuda a outra.
18. P: Mas não tem aquela história né? (+) que os físicos falam assim (+) não (+) nós estudamos desde as partículas subatômicas até o universo (+) todas as galáxias (+) a física dá conta de tudo. Então tudo tá dentro da física.
19. L3: Assim como os matemáticos dizem que tudo é matemática.
20. L4: Tudo é química.
21. L3: Cada um vai puxar pro seu lado.
22. P: E aí?
23. L3: Mas são ciências que se complementam né? Acho que uma ajuda a outra a explicar melhor um fenômeno ou uma situação. Não existe aquela ciência definitiva. As ciências vão se complementando e ajudando ao conhecimento de mundo.
24. L1: É tanto que a química e a física vieram DAS ciências da natureza. Não foi criado a química (+) Foi criado as ciências da natureza.
25. L3: E a química como ciência ela não é antiga né? Química como ciência... Tratar a química

como ciência acho que não é tão velho...
26. P: É (+) depende do que você entende por química/
27. L3: Não (+) mas tratá-la como ciência...
28. P: É como eu digo (+) mesmo tratando/mesmo você pensando como ciência (+) você vai cair em alguns problemas.
29. L3: A química está presente desde que tudo existe né? Se você acreditar que isso foi criado ((sinaliza o espaço em volta)) (+) que teve um criador (+) então a química tava presente desde aquele momento (+) porém tratá-la como uma ciência (+) como é a matemática (+) que eu imagino (+) bem mais antiga né?
30. L6: Que antes da química tem a alquimia né (+) se eu não me engano? Ou não?
31. P: A alquimia tem um (+) papel importante na história da química.
32. L4: ((áudio não captado))
33. P: Aí (+) por exemplo (+) essa questão que você falou aí ((dirigindo-se a L3)) uma pessoa dizer assim (+) Não (+) desde que o mundo é mundo já existe química (++) Desde o <i>big bang</i> que as reações estão acontecendo (+) Química (+) Aí outro vai dizer assim (+) Não a química só começou a acontecer quando o homem começou a manipular o fogo (+) que ele começou a fazer transformações na matéria/que é química (+) Aí outro vai dizer não (+) Química só começou quando os gregos começaram a se perguntar sobre do que eram feitas as coisas (+) os elementos básicos que constituíam a matéria aí isso é química (++) Aí outro vai dizer (+) Não a química só acontece com os alquimistas quando eles começam a manipular os materiais de fato e produzir substâncias (+) Aí outro vai dizer (+) não (+) química não é aí (+) mas só quando Boyle por exemplo define um conceito racional de elemento que aí você tem aí é (+) um afastamento da carga metafísica... a magia e a bruxaria da alquimia e agora tem química (++) Aí outro vai dizer não química é uma ciência nova de duzentos anos que começou com Lavoisier no século dezoito.
34. L3: E Lavoisier é considerado né (+) como o pai da química né?
35. P: Considerado por alguns historiadores pai da química moderna (++) Aí você fica nesse problema/ quer dizer (+) tem toda uma dependência do que você entende por química (+) Química é ciência/ não química é uma técnica (+) química é uma atividade humana? Química é uma profissão? Tá vendo porque estamos falando de representações da química né? (+) Pra tentar estabelecer esses marcos aí né? (+) porque não é simples. ((exemplo dado pelo pesquisador fazendo uma analogia sobre quando pode ser considerado o nascimento, ou a existência de uma pessoa)).
36. L7: Não (+) eu acho que talvez o erro que eu vejo da frase ((referindo-se à quinta sentença de que a química é somente física aplicada)) é o (+) É SOMENTE (+) não seria somente isso (+) é como se uma se auxiliasse na outra.
37. L4: A seis ((referindo-se à definição da química como uma técnica à serviço de outras ciências)) eu acho meio equivocada porque a química não serve SÓ pra auxiliar (++) ela é como se fosse a MÃE dessas outras (+) porque senão não existiriam as outras.
38. L2: Essa questão da técnica (+) eu não concordo que seja só uma técnica.
39. P: Isso (+) quer dizer/um bioquímico ou um engenheiro/ele usa da química/mas que as finalidades são específicas dessas áreas né? A ideia é mais ou menos essa.
40. L4: Aí trata as outras ((em referências aos demais campos de conhecimento, tais como, bioquímica, engenharia química)) como ciências e a química como uma técnica?
41. P: Isso (++) pronto? Mais algum comentário? Alguma coisa curiosa? Não? (++) Pode seguir? ((dar sequência à programação das atividades definidas para o primeiro encontro))

No episódio 1.1, o pesquisador teve duas intenções principais, ao iniciar as atividades: explorar a visão dos licenciandos acerca de algumas definições ou ideias sobre a química, apresentadas em livros didáticos ou discutidas em artigos de autores da Filosofia da Química; introduzir e desenvolver o conteúdo, objeto de trabalho da oficina. Participaram desse episódio seis licenciandos (L1, L2, L3, L4, L6 e L7).

No turno 1, o pesquisador abre as discussões dando oportunidade aos licenciandos de se pronunciarem em relação às sentenças apresentadas na atividade inicial. No turno 2, o

licenciando L4 imediatamente reconhece a origem de uma das definições apresentadas, como sendo dos livros didáticos e, ainda, sinaliza que compartilha com tal ideia. Essa fala evidencia a forte influência que tais documentos podem exercer, tanto na construção de concepções sobre química, de modo particular, e das ciências, de modo geral, contribuindo na formação discursiva dos sujeitos. Essa forma de pensar a química como ciência, evidenciada no enunciado do licenciando L4, pode ser interpretada em termos de compromissos epistemológicos e ontológicos próprios da zona epistêmica do perfil conceitual de Química.

No turno 3, o pesquisador responde à pergunta do licenciando L4, acerca da origem de uma definição para a química, e repete seu enunciado procurando checar o seu entendimento. Com isso, esse mesmo licenciando, no turno 4, chama a atenção para outra dimensão da química, o seu lado prático/experimental, sinalizando a importância de se considerar não somente o pensar, mas o fazer da química, o que, por sua vez, evidencia um compromisso com a perspectiva pragmática do perfil, a saber, a química como uma prática, uma atividade. A palavra “reações”, utilizada pelo licenciando L4, nesse enunciado, pode estar também fazendo referência ao aspecto submicroscópico, e não somente fenomenológico, por isso, podemos interpretar também essa enunciação em termos de compromissos ontológicos da zona processual do perfil, já que atribui à química a característica de poder ser pensada como processos que ocorrem com entidades específicas. O pesquisador, no turno 5, avalia positivamente o comentário de L4, indicando sua finalização e dirigindo o olhar para os demais participantes na espera da manifestação de outros pontos de vista.

No turno 6, temos a participação do licenciando L6, avaliando uma das sentenças apresentadas na atividade e trazendo um importante aspecto para o contexto discursivo, que é o reconhecimento de uma forma de pensar a química como entidade própria ou agente transformador da realidade. O uso do pronome oblíquo “si”, em seu enunciado, pode indicar essa interpretação ontológica em relação à química. Ao mesmo tempo, o licenciando L6 sinaliza, em sua fala, o papel dos valores que acompanham essa prática humana e que influenciam a tomada de decisão sobre questões envolvendo a química. Tais formas de falar evidenciam compromissos axiológicos, ontológicos e epistemológicos da zona aversiva do perfil conceitual.

O pesquisador explora ainda mais as ideias dos licenciandos no contexto dessa atividade, ao solicitar outros pontos de vista, a partir do turno 7. Nesse momento, outra sentença da atividade é analisada pelo licenciando L2, no turno 8, quando assume que a proposição dos eixos constitutivos do conhecimento químico, apresentados nos documentos

legais para o ensino de química na Educação Básica (em forma de um triângulo), abarcaria as características centrais da ciência química, no seu ponto de vista. A análise dessa sentença se estende até o turno 13 do episódio.

Entre os turnos 14-24, a questão das relações entre as ciências passa a ser o foco de discussão. Nesse segmento do episódio, os participantes parecem compartilhar da noção de que as ciências se complementam, ou de que não haveria uma ciência de maior hierarquia em um suposto rol das ciências. No turno 18, o pesquisador apresenta uma questão com a intenção de explicitar pontos relativos à perspectiva do fisicalismo, explorando uma contradição entre aspectos dessa perspectiva e as ideias apresentadas pelos licenciandos. Na sequência, os licenciandos L3 e L4, nos turnos 19 e 20, respectivamente, reconhecem uma espécie de “relativismo” dessa perspectiva filosófica, que também poderia se aplicar à outras ciências. No turno 20, o licenciando L4 expressa uma típica forma de falar que sugere compromissos epistemológicos e ontológicos com a visão de generalidade da química (a zona monista do perfil), ao atribuir prioridade à esta quando considera a realidade. Isso fica evidenciado no uso da palavra “tudo”, usada por L4, como uma resposta ao discurso introduzido pelo pesquisador no turno 18. O pesquisador, no turno 22, intervém na intenção de explorar as ideias dos licenciandos.

No turno 23, o licenciando L3 parece indicar uma rejeição a um monismo que implicaria dar prioridade à determinada área do conhecimento científico, reconhecendo o papel da ciência enquanto atividade humana de compreensão da realidade, que se especializa em diversas áreas, as quais irão fornecer pontos de vistas particulares sobre estratos da realidade. O licenciando L1, no turno 24, atribui um lugar para a química, dentro de uma classificação epistemológica, ou seja, a das ciências da natureza, enfatizando essa noção de pertencimento, ao emprestar uma entonação expressiva à palavra “das”, em sua fala.

Entre os turnos 25 e 28 temos uma interação discursiva na qual é o licenciando que ao iniciar o seu turno de fala, apresenta questões ao pesquisador e aos demais licenciandos. As duas enunciações do pesquisador, nos turnos 26 e 28, tiveram tanto a intenção de dar resposta à pergunta, ao mesmo tempo em que guia o pensamento do licenciando para compreender a pluralidade de modos de se pensar o conceito em discussão. O foco dessa discussão é a origem da química, enquanto domínio científico, na história. O licenciando L3, nos turnos 25 e 27, parece indicar uma tomada de consciência de que falar de química implica estabelecer um sentido específico, ou seja, uma zona do perfil conceitual (a zona epistêmica), nesse caso, o tratamento da química como uma ciência.

No turno 29 temos mais de uma perspectiva de significação do conceito de Química em um mesmo enunciado do licenciando L3: uma característica da zona monista, expressando um compromisso que concebe a química como presente na realidade independente da consciência humana, fundada em uma perspectiva teológica; e uma característica da zona epistêmica que analisa a química como conhecimento, como ciência. Pode-se ainda interpretar essa fala do licenciando em termos da zona processual do perfil, já que seu modo de falar produz sentidos relativos aos processos químicos, reações, transformações que ocorreriam desde a origem do universo.

Entre os turnos 30-32, a discussão se dirige a aspectos da história da química, especialmente, quando o licenciando cita a alquimia no turno 30. Na sequência, temos um longo turno de fala do pesquisador, no turno 33, o qual busca problematizar a ideia de se estabelecer algum marco histórico de surgimento de uma ciência. Para tanto, ele apresenta diferentes possibilidades de definição de um marco de origem da química, na intenção de dar forma aos significados. Apesar disso, o licenciando L3, no turno seguinte, expõe uma ideia comum de atribuição de um “pai” de uma ciência, nesse caso, a química, apontando para o nome de Lavoisier. No turno 35, o pesquisador intervém, selecionando significados, ao aproveitar essa ideia do licenciando para problematizá-la, apontando elementos que destacam as fragilidades dessa concepção tipicamente positivista. Em seu turno de fala, o pesquisador discute explicitamente a possibilidade de mais de um modo de pensar o conceito de Química, com o fim de estimular mais ainda a discussão.

Entre os turnos 36-40 o foco da discussão se dirige à interpretação da ideia de química como técnica a serviço. Alguns licenciandos que se expressam nesse segmento do episódio, por exemplos, L2 e L4, indicam discordância com essa ideia, evidenciada por suas entonações discursivas ou gestos. O licenciando L4 inclusive sugere no turno 37 que a química teria influência sobre as demais ciências, atribuindo-a um papel de “mãe” das ciências, muito próxima da noção de química como a ciência central. No turno 39, o pesquisador atua marcando significados-chave ao enfatizar, concordando com o enunciado do licenciando L2 no turno anterior. No turno 40, o licenciando L4 reforça seu posicionamento apresentado anteriormente (no turno 37), discordando enfaticamente da sentença analisada, que identifica a química como técnica a serviço. Sua entonação expressiva no modo como faz a pergunta apoia nossa interpretação e sugere também seu compromisso com a perspectiva epistêmica do perfil conceitual, a destacar a legitimidade da química enquanto área do conhecimento científico. O episódio é finalizado no turno 41, com o pesquisador indicando o encerramento

da atividade, ao fazer uso de expressões como “pronto”, “não”, “pode seguir” em suas perguntas ao grupo de participantes.

Consideramos que a abordagem comunicativa ao longo desse episódio é do tipo interativo/dialógico em razão do pesquisador e licenciandos explorarem ideias e formularem perguntas, considerando diferentes pontos de vista em relação à definição do que é química: do livro didático, da história e filosofia, dos próprios licenciando. O pesquisador propôs desde o primeiro ao último turno de fala que os estudantes se posicionassem em relação aos diferentes tipos de discurso apresentados nas sentenças analisadas. Essa abordagem comunicativa é mantida até o final do episódio e, a nosso ver, foi fundamental para o levantamento de concepções e ideias sobre química, que associamos aos compromissos das zonas monista, aversiva, epistêmica, pragmática e processual do perfil conceitual, em outras palavras, a emergência dessas zonas foi favorecida pela abordagem comunicativa interativa/dialógica marcante nesse episódio.

No quadro 14, são apresentados de forma sistematizada os aspectos que caracterizaram o discurso da sala de aula ao longo desse episódio de ensino.

Quadro 14 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de química no episódio 1.1.

Intenções do professor (pesquisador)	- Explorar as ideias dos licenciandos estimulando a explicitação das suas visões e entendimentos acerca dos temas apresentados. - Introduzir e desenvolver o conhecimento, objeto de estudo no contexto da oficina.
Conteúdo do discurso	- Descrição.
Abordagem comunicativa	- Interativa/dialógica
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Dar forma aos significados. - Selecionar significados. - Marcar significados-chave. - Compartilhar significados. - Verificar o entendimento dos licenciandos
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos, e formas de falar das <u>zonas aversiva, epistêmica, monista</u> (compromissos axiológicos neste caso, especificamente), <u>pragmática</u> e, também, evidências de compromissos epistemológicos e ontológicos da <u>zona processual</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse mesmo contexto de discussão, o segundo episódio selecionado para a análise, desse primeiro encontro, é transcrito a seguir.

EPISÓDIO 1.2: Química em toda a parte?

1. P: Então vamos para esse primeiro ponto aqui ((falando acerca da linha temática “imagem pública da química” da Filosofia da Química)) (+) Na visão de vocês (+) qual é a imagem mais comum da química na sociedade? De um modo geral.
2. L3: Algo perigoso.
3. L6: Poluição.
4. P: Algo perigoso (+) maléfico né?
5. L4: Drogas (+) falou em química todo mundo pensa em dependente químico.
6. L8: É a química como um produto que você... como se pudesse colocar a química dentro de uma embalagem e vender...
7. P: Sim (+) é verdade (+) um produto que pode ser comercializado né? O que mais?
8. L2: O desenvolvimento de remédios.
9. L3: O povo tem muito a concepção de... do que é perigoso da química né? Tal produto de cabelo tem muita química/
10. ((Neste momento o pesquisador interrompe e retoma a leitura de parte da questão 2 do questionário, enfatizando as expressões, “Produto totalmente natural - não possui Química”, “Produto sem Química - não faz mal à saúde”..))
11. L3: Aí ele quis passar a ideia de que ele não TINHA substâncias nocivas à saúde né? E... foi infeliz.
12. L4: Onde é que não tem química né?
13. P: Química tem em tudo então?
14. L4: Quase tudo.
15. L1: Não (+) eu acho que tudo tem química (+) sem exceção.
16. L3: Tudo que é matéria tem química.
17. P: Tudo que é matéria tem química?
18. L2: Só não tem no vácuo.
19. L9: Luz (+) Luz parte da matéria (+) mas não tem matéria.
20. L5: Mas se isso daqui ((aponta para a lâmpada no teto da sala de aula)) fosse de outro (+) elemento químico (+) a cor era outra. Então tem química.
21. L9: A luz ela parte da matéria (+) mas não existe.
22. L3: Mas o que é a luz/ o que é a matéria? É energia condensada?
23. ((Várias vozes se pronunciam ao mesmo tempo havendo bastante discussão))
24. L9: Você ((dirigindo-se a L3)) tá fazendo uso da teoria de Einstein de maneira errada porque... ((dá a sua visão da teoria da relatividade))
25. P: Aí você para assim e diz (+) Química estuda a matéria/ aí você fala o que é matéria? (+) matéria é tudo o que ocupa lugar no espaço e possui massa (+) Então a química estuda tudo? Química estuda tudo? Tudo o que existe no mundo?
26. L3: Tudo que é matéria é química (++) se tem matéria (+) existe uma representação química através de fórmulas...
27. L1: Se tem partícula (+) tem ligação (+) tem química.
28. P: Pois é (+) mas será que aí a gente não cai num problema filosófico que o seguinte (+) A química estuda tudo (+) então quer dizer a vida por exemplo é um fenômeno/
29. L1: Químico
30. P: Químico?
31. L1: É.
32. P: A química por exemplo estuda as relações ecológicas entre os seres vivos e seu habitat natural? Quem estuda isso?
33. Todos os licenciandos: Biologia.
34. L1: Um ramo da ciência.
35. P: Um ramo de qual ciência? Da química?
36. L1: Das ciências naturais (+) que abranger a química e a física também (++) eu não tenho uma visão separada que a química é isso e a biologia é aquilo (+) tudo vem da ciência.
37. P: Ok muito bem (+) aí temos outro problema (+) veja. ((Pesquisador fala da diferença entre ciência e filosofia))

No episódio 1.2, o pesquisador procurou explorar as ideias dos licenciandos com relação às suas percepções sobre a imagem pública da química na sociedade (sua enunciação no turno 1, indica esta intenção), bem como, introduzir e desenvolver o conteúdo, objeto de trabalho da oficina. Neste episódio houve a participação de oito licenciandos (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L8 e L9).

O episódio é iniciado no turno 1, com o pesquisador buscando explorar e checar as ideias dos licenciandos acerca do tema em foco naquele momento do trabalho: a imagem pública da química na sociedade, do ponto de vista das discussões da Filosofia da Química. As falas dos licenciandos L3 e L6 nos turnos 2 e 3, respectivamente, podem ser interpretadas em termos de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos presentes na zona aversiva do perfil conceitual, visto que atribuem a química o caráter de entidade ou agente com potenciais riscos ao ambiente e às pessoas, de modo geral. O pesquisador em sua fala, no turno 4, teve a intenção de compartilhar significados ao repetir a ideia dos licenciandos L3 e L6 para toda a turma.

No turno 5, o licenciado 4 acrescenta à discussão em curso, a temática das drogas associando-as à imagem da química. Para isso, evoca uma concepção que julga ser coletiva, evidenciada em seu enunciado pelo uso da expressão “todo mundo”. No turno seguinte, a forma de falar do licenciado 8 apresenta uma marca linguística própria de uma das dimensões da perspectiva monista, a saber, a química como entidade, produto ou contida em produtos. O pesquisador, no turno 7, mais uma vez compartilha significados com a intenção de dar prosseguimento à exploração das ideias dos licenciandos. O licenciado 2, no turno 8, intervém ainda, citando o desenvolvimento de medicamentos, como outra possibilidade de imagem da química na sociedade.

No segmento do episódio, entre os turnos 9-22, as enunciações apresentam um predomínio da interpretação do conceito de química comprometidos com as zonas monista e aversiva (exclusivamente no turno 9). O uso das expressões “tudo tem química”, “quase tudo”, são marcas linguísticas que indicam essa perspectiva. Destacamos no turno 11, a enunciação do licenciado L3 que parece evidenciar sua habilidade em reconhecer o uso da palavra Química em outro contexto, o cotidiano, ao interpretar a intenção dos sujeitos desse contexto no emprego específico do termo. Sua entonação expressiva, enfatizando a palavra “tinha”, corrobora essa interpretação da concepção de Química como entidade presente nos corpos.

Entre os turnos 20 e 24, as discussões se dirigem à reflexão e interpretação de teorias da física. Por causa disso, no turno 25, o pesquisador intervém procurando manter a narrativa e sustentar o desenvolvimento do conteúdo ao questionar sobre o objeto de estudo da química, associando-o às formas de significar química. Como isso, evidencia-se um modo de pensar característico da zona epistêmica, qual seja, a química como saber sistematizado, disciplina, área do conhecimento científico.

A partir do problema criado pelo pesquisador no turno 25, desencadeia-se uma discussão entre os turnos 26 a 36 em torno de qual seria o campo de delimitação da ciência química. Nesse segmento do episódio temos enunciados que se encontram compromissados com as zonas monista e epistêmica do perfil conceitual, por exemplo, quando no turno 26, o licenciando L3, expressa-se de um modo que revela a presença das duas perspectivas, ou seja, a compressão de generalidade da química na realidade, via conceito de matéria, e a evocação da linguagem química, enquanto sistema de códigos próprios do gênero do discurso científico. Ainda nesse segmento do episódio, destacamos a expressão do licenciando L1, no turno 27, de que “se tem partícula tem química”, expressando uma relação lógica causal do tipo “se”, “então”, para reforçar o compromisso com as perspectivas monista e epistêmica do perfil conceito de Química.

No turno 28, o pesquisador faz uso da expressão “a gente” na intenção de construir um contrato de intersubjetividade com relação à qual seria o objeto de estudo da química, incluindo os licenciandos em uma espécie de coletivo virtual, do qual não necessariamente, todos fazem parte. Nisso, ele cria mais um problema na intenção de argumentar contra a visão do licenciando L1, que propõe uma unidade da ciência. No turno 32 essa intenção fica mais evidente quando o pesquisador se dirige aos demais licenciandos buscando apoio para a sua argumentação. Apesar dessa intervenção do pesquisador, o licenciando L1 parece ter a intenção de querer sustentar seu ponto de vista, como se pode inferir a partir dos seus enunciados nos turnos 32 e 35.

O episódio finaliza com um longo turno de fala do pesquisador (no turno 37) introduzindo e desenvolvendo o conteúdo, por meio da explicitação da diferença entre ciência e filosofia, necessária no contexto discursivo do episódio. Em função desse último direcionamento, e das diferentes intervenções do pesquisador para guiar a discussão para o ponto de vista filosófico, a abordagem comunicativa ao longo desse episódio é do tipo interativo/de autoridade. Embora vários licenciandos participem da discussão juntamente com o pesquisador, a postura deste se caracteriza por considerar apenas o discurso da Filosofia da

Química, restringindo em vários momentos as opiniões levantadas pelos licenciandos, ao propor questões fazendo uso de uma entonação expressiva que sugere desacordo com as posições assumidas pelos participantes, como ocorre, por exemplo, nos turnos 13, 17, 25, 28, 30, 32 e 35.

No quadro 15, são apresentados de forma sistematizada os aspectos que caracterizaram o discurso da sala de aula ao longo desse episódio de ensino.

Quadro 15 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.2.

Intenções do professor (pesquisador)	- Explorar as ideias dos licenciandos. - Introduzir e desenvolver o conteúdo
Conteúdo do discurso	- Descrição - Generalização
Abordagem comunicativa	- Interativa/de autoridade
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Selecionar significados. - Marcar significados-chave. - Verificar o entendimento dos licenciandos.
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos, e formas de falar das <u>zonas aversiva, monista e epistêmica</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dando continuidade à análise desse primeiro encontro, o terceiro episódio selecionado da aula é transcrito a seguir:

EPISÓDIO 1.3: *Química e a sua relação com as outras ciências*

1. P: Então olha só (+) vocês concordam com essa imagem aqui? ((apresenta um esquema hierárquico no qual a química está contida na física e a biologia está contida na química. Neste momento, vários licenciandos acenam com a cabeça negativamente)) o que ela tá querendo dizer?
2. L5: Que a química é maior que a biologia/ não eu acho que seria três círculos com interseções sabe?
3. L7: De certa forma eu concordo porque tipo (+) seria como mais uma evolução (+) uma especialização.
4. P: Seria como uma especialização/ então por exemplo a biologia seria uma especialização da química...
5. L7: É
6. P: E a química seria uma especialização da física é isso?
7. L7: Eu vi assim.
8. P: Viu assim? E os outros?
9. L2: Não (+) eu acho que não... porque a biologia estuda objetos que tá alheio ao estudo da química como...
10. P: É isso?
11. L6: Poderia levar para o lado que como você falou depende da forma como a gente vê e a biologia poderia tentar explicar a vida pela forma das plantas como surgiram (+) os rios... poderia colocar a biologia maior ((abre os braços)) (+) a física menor e a química (+) dentro. Da minha forma correta de ver ou seria como ele falou ((aponta para o L5)) de um círculo ou numa forma horizontal que nenhuma ciência sendo maior do que a outra.
12. P: Certo muito bem/
13. L2: Eu concordo com o que ele falou ((aponta para L5)) das interseções.

No episódio 1.3, o professor teve a intenção de explorar as ideias dos licenciandos acerca das relações, diferenças e especificidades, ao se comparar a química com as ciências da física e biologia. Para isso, ele utiliza um esquema hierárquico representando tais relações (ver apêndice D), como recurso inicial com a finalidade de estimular as visões e entendimentos dos licenciandos. Quatro licenciandos participaram do episódio (L2, L5, L6 e L7).

O episódio é iniciado no turno 1 pelo pesquisador, que busca engajar os licenciandos no desenvolvimento inicial do conteúdo a partir de uma questão formulada a partir da imagem apresentada aos mesmos. A forma como o pesquisador faz a pergunta aos licenciandos pode indicar que ele estivesse querendo fazer convergir as ideias para um único sentido possível, previamente atribuído por ele, ao construir a imagem.

Dada a recusa inicial, demonstrada pelos licenciandos mediante expressões não verbais indicativas de negação, à ideia transmitida pela representação, observamos no turno 2, o licenciando L5 propondo uma representação alternativa que ilustrasse possíveis relações entre as disciplinas, sob a concordância do seu ponto de vista. Nesse sentido, o enunciado apresenta visões comprometidas com a perspectiva epistêmica do perfil conceitual.

Apesar disso, no turno 3, o licenciando L7 parece concordar com a representação apresentada e, assim, manifesta uma compreensão que evidencia a subordinação das diferentes áreas do conhecimento. Essa enunciação pode ser interpretada em termos de um comprometimento do licenciando com um reducionismo do tipo epistemológico. Essa negociação de significados entre o licenciando L7 e o pesquisador se estende até o turno 7. Nos turnos 4 e 6, observamos o pesquisador procurando checar o entendimento do licenciando L7, ao fornecer exemplos baseados na interpretação deste à imagem, demonstrada em sua fala.

No turno 8, o pesquisador intenta ampliar a discussão para explorar as visões dos demais licenciandos. No turno seguinte, o licenciando L2 manifesta discordância, entretanto não desenvolve a sua argumentação, fazendo com que o pesquisador, no turno 10, tente verificar o seu entendimento a partir da pergunta “é isso?”, remetendo às ideias anteriores da biologia como especialização da química, e desta como especialização da física.

No turno 11, o licenciando L6, ao fazer uso do dêitico “a gente”, estabelece uma separação entre o discurso da filosofia e o discurso dos licenciandos, representando o coletivo

daqueles que compartilham com a ideia da distinção epistemológica dos ramos do conhecimento científico. Uma marca discursiva que indica a demarcação entre as duas maneiras de se abordar o tema, pode ser evidenciada quando esse licenciando argumenta que nenhuma ciência seria maior que a outra. Nesse enunciado é possível observar com bastante ênfase, o seu caráter dialógico, visto que no mesmo encontram-se diferentes vozes no processo de significação: a do locutor, a do coletivo dos licenciandos e a referência a enunciados anteriores. No turno 12, a entonação expressiva do enunciado do pesquisador parece apontar para um fechamento da discussão.

O episódio finaliza com um turno de fala do licenciado L2 demonstrando concordância com uma proposição apresentada pelo licenciando L5 no turno 2, ou seja, de que há relações entre as áreas do conhecimento. Tais formas de falar sobre a química dos licenciandos L2 e L5 apresenta uma marca linguística própria da perspectiva epistêmica do perfil conceitual.

Apesar de o pesquisador tentar encorajar os licenciandos, no início do episódio, a apresentarem suas ideias, permitindo que mais de um ponto de vista fosse disponibilizado no plano social da sala de aula, não podemos dizer que se estabeleceu uma abordagem comunicativa dialógica nesse episódio, uma vez que esses pontos de vista não foram propriamente considerados e desenvolvidos, antes, estavam sendo interpretados considerando a proposta apresentada na imagem disponibilizada aos participantes. Portanto, a abordagem comunicativa que predominou nesse episódio é de natureza interativa e de autoridade.

No quadro 16, são apresentados de forma sistematizada os aspectos que caracterizaram o discurso da sala de aula ao longo deste episódio de ensino.

Quadro 16 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.3

Intenções do professor (pesquisador)	- Explorar as ideias dos licenciandos.
Conteúdo do discurso	- Descrição.
Abordagem comunicativa	- Interativa/ de autoridade
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Dar forma aos significados. - Selecionar significados. - Verificar o entendimento dos licenciandos.
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e formas de falar da <u>zona epistêmica</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quarto episódio de ensino, extraído desse primeiro encontro com os licenciados é transcrito a seguir.

EPISÓDIO 1.4: *Química pode ser reduzida epistemologicamente?*

1. L9: Então (+) deixa eu fazer uma pergunta..
2. L3: Faça.
3. L9: Cloreto de sódio (+) todo mundo consome (+) sal tá todo mundo sabe que o sódio metálico jogou na água explode (+) Cloro mata se o cara respirar o gás cloro (...) mas peraí (+) como é a química explica você tirar um elétron do sódio (+) você tem o cátion sódio que é essencial pra nossa regulação osmótica de pressão (+) você tem o cloro ânion que a gente consome na forma de sal e tudo e a gente promove (++) Como é a que a química explica essa mudança de propriedades apenas retirando o elétron de um e acrescentando no outro.
4. P: Explica com os modelos de ligação química.
5. L3: Capacidade de reagir.
6. P: Veja a questão é ela (a mecânica quântica) não pode fazer essa previsão (+) é isso que a gente tá querendo dizer.
7. L9: Tem que ver na prática.
8. P: Claro. (...)
9. L4: É no plano experimental isso daí.
10. P: A questão é quando você lida com interações de corpos de microcomponentes que interagem daí surge o conceito filosófico de emergência (+) emergem propriedades novas que não poderiam ser previstas por meio de cálculos da mecânica quântica.
11. L9: Por isso que quando as pessoas dizem que a química é uma ciência exata eu não concordo (+) ela é uma ciência experimental (+) até a física.... se ela trabalha com condições ideais.
12. ((O pesquisador fala um pouco sobre o caráter experimental da química))
13. L9: Eu quero dizer que a química tem autonomia pra determinadas coisas mas ela sempre vai fazer uso das ciências mais básicas do que ela como a física.
14. L4: Como a física tá dentro da matemática.
15. L9: Isso como a física vai fazer uso da matemática.
16. P: Claro (+) mas o que o a gente tá dizendo é o seguinte (+) você/ se eu não tivesse esse cálculo mecânico quântico relativístico eu poderia explicar estas propriedades de uma outra forma como foi feito, por exemplo na história da química orgânica (...) A história da química orgânica ela foi toda desenvolvida por exemplo quando ninguém sabia nem o que era átomo (...) você está resguardando a autonomia de uma ciência que produz conhecimento pelas suas próprias ferramentas e características (...)
17. L5: Tanto que (+) a gente não precisa, por exemplo, no Ensino Médio de saber nada de quântica pra entender as propriedades da matéria.
18. P: Eu preciso saber química quântica para explicar porque que determinado composto se combina com uma quantidade xis de determinado composto pra formar outro composto?
19. L1: Não.
20. P: O átomo de Dalton resolve isso. É um só uma esfera o modelo né?
21. L9: Depende da complexidade que você quer estudar né?
22. P: Isso... exatamente aí pra outros tipos de fenômenos aí você necessitaria de uma visão mais é... da estrutura eletrônica dos átomos e não simplesmente das proporções definidas. ((o pesquisador introduz a ideia de emergência de propriedades a partir de uma analogia de uma imagem de ilusão ótica. Discute os argumentos filosóficos para defender a química com base nas interações. Fornece como exemplo o fato de se poder fazer a previsão de uma cor quando da mistura de duas amostras iniciais. Destaca que o foco da química são as interações enquanto a física lida com corpos isolados.)).

No episódio 1.4, o pesquisador teve a intenção de introduzir e desenvolver o conteúdo, mantendo a narrativa e sustentando seu desenvolvimento, ao apresentar noções filosóficas

como a de emergência e a defesa da autonomia da química frente à física e, especialmente à mecânica quântica. Participaram desse episódio cinco licenciandos (L1, L3, L4, L5 e L9).

O episódio começa com uma iniciação do licenciando L9 propondo uma questão fundamentada em evidências empíricas, solicitando uma explicação teórica do ponto de vista da química. Em razão das discussões levantadas no momento anterior a esse episódio, e da discordância do licenciando aos temas apresentados pela Filosofia da Química, a sua fala no turno 1, contém uma marca enunciativa, o uso do advérbio “então”, que demonstra sua pretensão em encontrar fragilidades ou contradições nas ideias introduzidas pelo pesquisador na oficina. No turno 3, sua questão apresenta perspectivas da química em termos da zona epistêmica do perfil conceitual.

Nos turnos 4 e 5, o licenciando L3 e o pesquisador, respectivamente, apresentam propostas explicativas mobilizando conceitos e ideias próprias do saber sistematizado do corpo teórico da química, isto é, compromissados com a noção de Química enquanto conhecimento (zona epistêmica).

O pesquisador, no turno 6, intervém selecionando significados ao considerar a fala do licenciando L9, ao mesmo tempo em que tenta corrigir a interpretação dada pelo licenciando para um comentário feito pelo pesquisador na apresentação do conteúdo. O uso que o pesquisador faz da expressão dêitica “a gente” indica o seu compromisso com as ideias defendidas no âmbito da Filosofia da Química, quer dizer, seu acesso à esse domínio de conhecimento, especialmente, a defesa da autonomia das explicações químicas em relação à mecânica quântica.

No turno 7 do episódio o licenciando L9 produz uma forma de falar que revela uma negociação em direção à perspectiva pragmática da química, isto é, o significado prático e experimental atribuído ao termo. Essa observação também pode ser feita a partir da fala do licenciando L4 no turno 9.

No turno de fala 10, o pesquisador intervém para dar forma aos significados ao introduzir um termo novo, a noção filosófica de emergência, para corroborar o seu discurso a favor do não reducionismo epistemológico da química à física, especificamente, à mecânica quântica.

O licenciando L9, no turno 11, apresenta marcas linguísticas associadas às percepções epistêmica e pragmática da química. No início do seu enunciado ele faz uso da expressão “as pessoas” para evocar um discurso coletivo e, ao mesmo tempo, contrapor-se ao mesmo. No

turno seguinte, ele continua sustentando seu posicionamento reducionista, marcadamente pelo uso do advérbio “sempre”, para enfatizar a dependência epistemológica da química à física, manifestando significados próprios da perspectiva epistêmica do perfil conceitual de Química.

A concepção do reducionismo epistemológico persiste nas falas desse episódio, como no enunciado do licenciando L4, no turno 14, quando se compara física e matemática. No turno 15, o licenciando L9, concordando com o enunciado anterior, introduz uma concepção mais instrumentalista da matemática em relação à física.

A fala do pesquisador, no turno 16, evidencia sua intervenção selecionando significados e sustentando o argumento de que a química não se reduz, do ponto de vista epistemológico, à mecânica quântica. O uso do dêitico “a gente”, mais uma vez sugere a entrada a um domínio específico de conhecimento, a Filosofia da Química, assim como o uso do pronome “você” no contexto da última oração desse enunciado.

A fala do licenciando L5, no turno 17, concorda com a enunciação que o antecede, e traz em sua posição a referência ao contexto escolar, interpretando a química como disciplina, conhecimento sistematizado, ou seja, marcas da perspectiva epistêmica do perfil conceitual.

No turno 18 do episódio, o pesquisador questiona os licenciandos com uma entonação expressiva que destaca em seu enunciado, mecanismo de antecipação de uma resposta negativa que sustente sua argumentação em torno da discussão em foco, ou seja, a autonomia das explicações químicas em níveis específicos de descrição. Essa antecipação do pesquisador se confirma na fala do licenciando L1, no turno 19.

O pesquisador seleciona significados no turno 20, apresentando um argumento com base nos modelos científicos para reforçar e responder à sua intervenção no turno 18. No turno de fala 21, o licenciando L9 demonstra uma aparente aceitação aos argumentos apresentados destacando o caráter de adequação dos modelos às necessidades explicativas em diferentes níveis de tratamento da realidade.

O episódio finaliza com a fala do pesquisador revendo o progresso da discussão e dando um fechamento à explicação da noção de emergência, para consolidar a recusa ao reducionismo epistemológico da química à mecânica quântica. Nesse sentido, o episódio é finalizado com um turno de fala não interativo e de autoridade do pesquisador, no qual ele estabelece a perspectiva do discurso da Filosofia da Química, apoiado nos conceitos de emergência e outros argumentos para a autonomia da química. Ao longo do episódio, entretanto, pode-se observar o envolvimento e participação de mais de um indivíduo nas

discussões, a partir do *feedback* dado pelo pesquisador às colocações de diferentes licenciandos. Por esse motivo, concluímos que a abordagem comunicativa estabelecida se situa no polo mais próximo de uma abordagem interativa.

No quadro 17, são apresentados de forma sistematizada os aspectos que caracterizaram o discurso da sala de aula ao longo desse episódio de ensino.

Quadro 17 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.4

Intenções do professor (pesquisador)	- Introduzir e desenvolver o conteúdo. - Manter a narrativa sustentando o desenvolvimento do conteúdo
Conteúdo do discurso	- Descrição. - Explicação.
Abordagem comunicativa	- Interativa/de autoridade
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Dar forma aos significados. - Selecionar significados. - Marcar significados-chave.
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos, e formas de falar das <u>zonas epistêmica e pragmática</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

No quadro 18 é apresentado o mapa de atividades do segundo encontro da oficina com os licenciandos do PFC. Nesse mapa destacam-se as atividades distribuídas ao longo do encontro, assim como o contexto em que foi produzido o episódio de ensino selecionado para a análise.

Quadro 18 – Mapa de atividades do segundo encontro da oficina.

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
26min (8min29s)	Sistematização dos tópicos principais do encontro anterior EPISÓDIO 2.1: <i>Dependência da química a física</i>	Filosofia da Química. Reduccionismo e autonomia da química	Os licenciandos recordam pontos discutidos no encontro anterior	
20min	Discussão das implicações do reduccionismo filosófico para o ensino de química	A ênfase dada aos conteúdos da mecânica quântica no ensino dos modelos atômicos nas séries iniciais do ensino médio	Licenciandos destacam exemplos e situações vividas por eles quando estudantes do ensino médio	
53min	Apresentação e discussão de algumas dificuldades de aprendizagem em química	Dificuldades de aprendizagem em química. Concepções	Licenciandos avaliam as dificuldades de aprendizagem e tentam inferir as	

		alternativas e erros conceituais	causas do referido fenômeno	
35min	Discussão sobre a as relações de superveniência	A noção de superveniência e as relações entre níveis de descrição do conhecimento químico	O professor faz uma exposição do tema superveniência no âmbito da filosofia da química e articula exemplos Os licenciandos tentam se apropriar da nova noção fazendo perguntas	
15min	A noção de modelos em química	Modelos. Tipos de modelos	Licenciandos interagem na discussão recordando exemplos de modelos na química	
5min	Encerramento da discussão e levantamento das principais contribuições para o ensino de química	As implicações do trabalho com modelos e por meio dos modelos no ensino de química.	Licenciandos ouvem os argumentos e acrescentam comentários pontuais que os reforçam	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse segundo encontro foi dada continuidade às atividades programadas para a oficina com os licenciandos, especialmente, a discussão das contribuições da Filosofia da Química para a análise de aspectos e dificuldades de aprendizagem no ensino de química. Desse encontro selecionamos para análise apenas um episódio de ensino que é transcrito a seguir.

EPISÓDIO 2.1: *Dependência da Química à Física*

1. P: Vamos começar? (...) gostaria que vocês tentassem falar um pouco com as palavras de vocês sobre a discussão de ontem (...)
2. L4: A filosofia da química (+) a autonomia da química.
3. L1: A relatividade da verdade (+) a divisão das ciências.
4. L9: Continuo achando que a química depende da física (+) a química não tem autonomia para explicar boa parte das coisas que estuda nela sem a ajuda da física (+) não consigo ver você ensinar ligações químicas sem os conceitos básicos da física como por exemplo carga elétrica (+) como você vai explicar ligação iônica ou ligação covalente sem o conceito mínimo de uma coisa básica como carga elétrica, atração eletrostática? (...) todo mundo sabe quando a gente começa a estudar as teorias atômicas todas foram desenvolvidas pelos físicos Dalton (+) Rutheford (+) Thomson todos eles eram físicos (+) física ela tem um papel fundamental muito importante na química. ((cita vários conteúdos)) a química de certa forma depende da física.
5. L4: Mas há o fato de usar conceitos físicos e há o fato da química ser outra ciência diferente da física (+) que usa conceitos físicos (+) mas não está dentro da física.
6. L9: Eu considero a química uma das ciências mais completas que existe (+) você usa matemática e física e com a química você consegue explicar boa parte das coisas na biologia. O profissional

da química pode ensinar física (+) biologia (+) geologia. (...) que a química não depende da física (+) da matemática (+) eu não posso fechar os olhos pra isso.
7. ((Pesquisador tenta justificar o significado de autonomia e o contraponto com a ideia de dependência. Explica também, que do ponto de vista do ensino, é desejável sim um diálogo interdisciplinar (já que interpretou que o licenciando parecia compreender a não necessidade de se dialogar com a física, ou com a biologia))).

No episódio 2.1 o professor teve a intenção de guiar os licenciandos no trabalho com as novas ideias, ao convidá-los a recordar pontos discutidos no encontro anterior da oficina e a verbalizarem suas próprias visões sobre as ideias e conteúdos introduzidos. Somente três licenciandos participaram desse episódio (L1, L4 e L9).

O pesquisador inicia, no turno 1, solicitando os comentários dos participantes no intuito de verificar seus entendimentos. Ele destaca que tais comentários sejam feitos “com as palavras” dos licenciandos, pois antecipa que haveriam dificuldades dos mesmos em verbalizar alguns dos temas tratados no encontro anterior, em razão da natureza do conteúdo abordado, isto é, conceitos filosóficos nunca antes operacionalizados pelos licenciandos. Nos turnos 2 e 3, os licenciandos L4 e L1, respectivamente, fazem citações de tópicos e temas trabalhados no encontro, mas, sem desenvolverem seus entendimentos sobre esses temas.

Ao contrário disso, o licenciando L9, no turno 4, insiste em defender suas ideias de dependência e reducionismo epistemológico da química a física, acrescentando ainda o reducionismo ontológico, embora não demonstre nenhuma tomada de consciência desses compromissos filosóficos. Ao invés disso, a argumentação do licenciando se apoia no aspecto didático, afirmando a impossibilidade de se ensinar conceitos químicos sem remeter à entidades supostamente mais básicas definidas pela física. O uso das expressões “todo mundo sabe” e “quando a gente” sugerem uma tentativa de sustentar seu posicionamento, a partir do apelo a um coletivo que, por si mesmo, garantiria o convencimento dos argumentos apresentados. A enunciação aqui produz formas de falar que revelam uma negociação em direção à zona epistêmica do perfil conceitual.

No turno 5, temos o licenciando L4, tentando responder às provocações de L9 no enunciado anterior, apresentando um contra-argumento que destaca a distinção entre o diálogo multidisciplinar e a discussão filosófica da autonomia epistemológica de uma ciência. Com isso, L4 demonstra uma compreensão das ideias discutidas e sua fala pode ainda ser interpretada em termos de compromissos epistemológicos presentes na zona epistêmica do perfil.

O licenciando L9 retorna, no turno de fala 6, apresentando uma perspectiva do caráter interdisciplinar da química, possivelmente, um vestígio de memória discursiva em torno da ideia de Química como ciência central. O licenciando continua expondo sua argumentação dirigindo-se para o contexto profissional, alegando a possibilidade de um químico, ou professor de química, ensinar outras disciplinas, em razão do mero domínio do conteúdo teórico compartilhado por outros campos de conhecimento, ignorando, assim, todos os outros saberes essenciais ao exercício profissional. Sua fala final – “eu não posso fechar os olhos para isso” – consolida sua resistência e dificuldades em relação às ideias apresentadas pelo conteúdo trabalhado. O episódio finaliza com um longo turno de fala do pesquisador (indicado em parênteses duplos no último turno do episódio) buscando selecionar significados, corrigindo equívocos na compreensão e mantendo a narrativa do conteúdo.

A abordagem comunicativa que predomina nesse episódio é do tipo interativo/de autoridade. O pesquisador abre espaço, no início do episódio, para que os estudantes apresentassem suas próprias visões a partir do tema apresentado, sem fazer avaliações, permitindo a participação de todos, mas, nos limites do discurso apresentado no encontro anterior. Apesar disso, observa-se interanimação de ideias entre os licenciandos L4 e L9, no trecho entre os turnos de fala 2 e 6, e a manifestação de mais de uma ‘voz’, expressa na discordância do L9, face ao tema em debate, mas que é restringida pelo pesquisador ao final do episódio.

No quadro 19 são apresentados de forma sistematizada, os aspectos que se fazem presentes na interação discursiva deste episódio.

Quadro 19 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 2.1

Intenções do professor (pesquisador)	- Guiar os licenciandos no trabalho com as novas ideias.
Conteúdo do discurso	- Narrativa científica.
Abordagem comunicativa	- Interativa/de autoridade.
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Rever o progresso do conteúdo.
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos e formas de falar da <u>zona epistêmica</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

No quadro 20 é apresentado o mapa de atividades do terceiro encontro da oficina com os licenciandos do PFC. Nesse mapa destacam-se as atividades distribuídas ao longo do encontro, assim como o contexto em que foi produzido o episódio de ensino 3.1, selecionado para a análise.

Quadro 20 – Mapa de atividades do terceiro encontro da oficina.

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
14min	Sistematização dos tópicos principais do encontro anterior	Filosofia da Química. As relações de superveniência	Os licenciandos recordam pontos discutidos no encontro anterior	O pesquisador intervém em alguns momentos fazendo convergir a discussão para a temática da oficina.
96min (5min25s)	Discussão sobre os pontos de convergência em torno dos debates filosóficos sobre a natureza da química EPISÓDIO 3.1: <i>O objeto de estudo da química</i>	Características distintas do conhecimento químico: essencialidade e realismo pragmático dos modelos	Licenciandos Ouvem a exposição, fazem anotações e comentários pontuais sobre os aspectos destacados na discussão	
11min	Apresentação e explicação do instrumento CoRe	Dificuldades de aprendizagem em química. Concepções alternativas e erros conceituais	Licenciandos avaliam as dificuldades de aprendizagem e tentam inferir as causas do referido fenômeno	
42min	Início do preenchimento do instrumento CoRe	A noção de superveniência e as relações entre níveis de descrição do conhecimento químico	Os licenciandos se reúnem em duplas e trios para discutirem e preencherem o CoRe	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse terceiro encontro da oficina com os licenciandos foi dada continuidade à programação, enfocando características distintas do conhecimento químico, segundo autores da Filosofia da Química, bem como, direcionando os trabalhos para a atividade em grupo de construção de um CoRe (ver apêndice E), iniciada nesse momento e concluída no encontro seguinte. Desse terceiro encontro, destacamos também um único episódio de ensino que está transcrito a seguir.

EPISÓDIO 3.1: *O objeto de estudo da Química*

1. L9: A respeito da autonomia da química (+) tem alguma coisa da química que somente a química pode explicar sem o uso da matemática ou da física? (...) porque a química passa a impressão de que basta você ter um livrinho com anotações como se fosse receitas prontas e você vai só seguir aquele roteiro e você vai misturar e você vai obter determinado produto.
2. P: (...) O seu grande conflito que eu percebo é que você acredita que/ você parece estar pensando na seguinte perspectiva (+) dizer que uma disciplina é autônoma significa dizer que ela não precisa de ninguém ela caminha com as próprias pernas (+) na verdade não é isso que a gente tá dizendo (+) quando a gente fala de autonomia da química do ponto de vista da filosofia da

química é que a química não é redutível à física (+) ela não tá dentro da física (+) ela dialoga com a física (...) de fato existem sim as interfaces os diálogos (+) mas cada qual guarda a sua especificidade ((P fala do problema dos muitos corpos)).
3. L9: Mas a gente vê uma certa dependência mesmo (+) constante (+) boa parte do começo que se estuda (+) quando você começa a estudar o átomo tudo foi desenvolvido pelos físicos.
4. P: (...) Mas a química ela tá mais interessada em como os átomos interagem (+) a física não (+) ela tá mais interessada em como é o átomo (+) o que é o próton (+) e aí a física vai dizer (+) olha (+) o próton é constituído de quarks esses quarks são/ isso é objeto da física (+) os objetos isolados (++) A química tem mais interesse em ver como é que estes objetos quando eles interagem emergem então propriedades que a física não poderia prever com o estudo dos objetos isolados.
5. L9: Mas aí você não foge da definição de química (+) ciência que estuda a matéria e suas/
6. P: Química não estuda a matéria.
7. L9: Não? ((L9 demonstra espanto))
8. P: Não (++) O que é matéria?
9. L9: Tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço.
10. P: Química estuda tudo? A totalidade da realidade (+) a química estuda?
11. L9: Não (+) mas um elétron tem massa e ocupa lugar no espaço. É uma partícula subatômica.
12. P: Isso é exemplo de um material (...) a química estuda materiais e substâncias (+) matéria é um conceito filosófico. A filosofia fala sobre o que é matéria. (...) química não estuda tudo não (+) não existe/ nenhuma ciência dá conta de estudar toda a realidade (+) ela foca em aspectos desse real (+) certo? Ok? É importante fazermos esta distinção.

No episódio 3.1, o pesquisador teve a intenção de manter a narrativa sustentando o desenvolvimento do conteúdo, ao apresentar argumentos que apoiam as ideias desenvolvidas até então, respondendo a questões e introduzindo também outras, com o fim de reafirmar os tópicos trabalhos.

O episódio inicia-se com a fala do licenciando L9 que, como de costume, foi o primeiro a reagir. Aqui, mais uma vez a discussão ficará polarizada entre o pesquisador e esse licenciando. Esse licenciando propõe mais uma questão orientada a atestar suas ideias de dependência epistemológica da química a física, ou ainda à matemática, como podemos observar na sua fala no turno 1. Em termos do processo de significação do conceito de Química, pode-se observar ainda nesse enunciado que a fala do licenciando encontra-se estruturada em compromissos próprios da zona pragmática, mas, especificamente, a dimensão do fazer da química. Essa iniciativa não se dá por acaso, no contexto do enunciado, pois reverbera um discurso de caráter histórico, comum nos séculos que anteciparam a emancipação da química enquanto ciência no século XVIII, qual seja, o da química ser enxergada como mera prática destituída de cientificidade, ao contrário de ciências supostamente mais fundamentais, como a física e matemática.

No turno 2, o pesquisador dirige-se especificamente ao licenciando L9 buscando interpretar os sentidos atribuídos pelo licenciando à discussão apresentada, ou seja, verificar o seu entendimento. Para tanto, o pesquisador esboça uma relação entre os aspectos disciplinar e filosófico para compreender o sentido atribuído ao termo autonomia no contexto discursivo.

O uso repetido do dêitico “a gente” para denotar um coletivo, do qual esse parece fazer parte (ao contrário do licenciando L9 no turno seguinte) parece representar uma tentativa de personificação do discurso da Filosofia da Química para dar um sentido de autoridade ao seu discurso.

O licenciando L9 inicia o turno 3 com a conjunção adversativa “mas”, demonstrando sua discordância e manutenção da posição inicial, quer dizer, a de que a química não é uma disciplina autônoma. Em sua fala, remonta a um conteúdo específico, o conceito de átomo, apoiando suas ideias na perspectiva histórica. O pesquisador, por sua vez, também faz uso da mesma conjunção adversativa “mas”, no início do turno 4, para contra-argumentar na defesa da autonomia da química, do ponto de vista filosófico, comparando as duas abordagens, da química e da física, em relação ao mesmo objeto, os átomos. Nessa intervenção, ele seleciona significados ao considerar a resposta do licenciando L9, ao mesmo tempo em que mostra a diferença entre os dois significados.

No segmento do episódio, entre os turnos 5 e 12, temos um interessante debate em torno do objeto de estudo da química, onde predomina a interpretação do conceito de química como ciência, isto é, sentidos atribuídos aos conceitos em compromisso com a zona epistêmica.

No turno 5, o licenciando L9 indica em sua fala que há uma definição padrão e estanque da química como ciência. A conclusão da sua definição é interrompida pelo turno seguinte, quando o pesquisador intervém ignorando a colocação feita pelo licenciando e apresentando um contraponto à sua ideia. No turno 7, a reação do licenciando L9 é de surpresa e, pela entonação expressiva imprimida na palavra “não” pronunciada por ele, pode-se inferir um não-dito que se opõe fortemente à enunciação que lhe antecede.

O pesquisador, então, no turno 8 propõe uma pergunta para verificar o entendimento do licenciando L9, que responde prontamente no turno 9 com uma definição, também tradicionalmente difundida em muitos livros didáticos na Educação Básica. É fazendo uso dessa resposta do licenciando L9, que o pesquisador, no turno 10 cria um problema que aparentemente instaura um conflito de ideias no contexto da discussão que, por sua vez, evidencia a inconsistência da argumentação anteriormente expressa pelo licenciando.

No turno 11, o licenciando L9 responde ao problema proposto, em aparente concordância inicial, mas tenta uma última investida para sustentar sua posição recorrendo ao

uso de um exemplar, como categoria ontológica que cumpre os critérios requisitados por sua definição de matéria.

O episódio finaliza-se com o pesquisador, no turno 12, intervindo para dar forma aos significados introduzindo uma nova maneira de caracterizar o objeto de estudo da química e, ao mesmo tempo, mostrando a diferença entre os dois significados negociados nesse trecho do episódio.

Em razão da polarização das discussões entre P e L9, predomina também, nesse episódio, uma abordagem comunicativa do tipo interativa e de autoridade, pois, o pesquisador conduz a discussão por meio de perguntas e respostas com o objetivo de se chegar a um ponto de vista específico. Apenas uma ‘voz’ é considerada, a da discussão da Filosofia da Química. Aqui, o pesquisador intervém a todo o momento para estabelecer esse ponto de vista, negando as ideias apresentadas pelo licenciando L9, como se observa explicitamente nos turnos 6 e 8. Portanto, a abordagem comunicativa é consistente com o tipo de intervenção do pesquisador.

No quadro 21 apresentamos de forma sistematizada os aspectos que caracterizam as interações discursivas nesse episódio de ensino.

Quadro 21 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 3.1

Intenções do professor (pesquisador)	- Manter a narrativa sustentando o desenvolvimento do conteúdo.
Conteúdo do discurso	- Descrição.
Abordagem comunicativa	- Interativa/ de autoridade.
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Dar forma aos significados. - Selecionar significados. - Marcar significados-chave. - Verificar o entendimento dos licenciandos
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos, e formas de falar das <u>zonas epistêmica e pragmática</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

No quadro 22 é apresentado o mapa de atividades do quarto e último encontro da oficina com os licenciandos do PFC. Nesse mapa destacam-se as atividades distribuídas ao longo do encontro, assim como o contexto em que foi produzido o episódio de ensino 4.1, selecionado para a análise.

Quadro 22 – Mapa de atividades do quarto encontro da oficina.

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
76min	Continuação do preenchimento do CoRe Preenchimento de ficha analisando os CoRe's de outros licenciandos		Os licenciandos continuam a preencher os CoRe's e analisam os instrumentos de outros licenciandos	
88min (4min40s)	Apresentação e discussão coletiva dos CoRe's produzidos EPISÓDIO 4.1: <i>Os modelos no ensino de química</i>	O ensino-aprendizagem de aspectos da natureza do conhecimento químico	Licenciandos apresentam os CoRe's construídos e discutem os CoRe's dos demais participantes	Os licenciandos comentam, de modo geral, as dificuldades que tiveram no preenchimento do instrumento. Durante a apresentação, muitos se detêm apenas a ler os registros escritos.
15min	Socialização das impressões acerca da oficina		Licenciandos comentam as contribuições da oficina	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse último encontro da oficina, os licenciandos concluíram o trabalho iniciado no encontro anterior, ou seja, o preenchimento de um CoRe, para a sua apresentação e socialização nesse momento de finalização das atividades. Como nos dois encontros anteriores, aqui também destacamos um único episódio de ensino (o episódio 4.1), que está transcrito a seguir.

EPISÓDIO 4.1: *Os modelos no ensino de Química*

1. P: Vocês tiveram dificuldades em fazer esta atividade? ((se dirigindo ao grupo dos licenciandos L2 e L3, que escolheram o conteúdo de forças intermoleculares para a elaboração do seu CoRe)).
2. ((Silêncio dos licenciandos L2 e L3))
3. ((O pesquisador então tenta compreender por que eles selecionaram este conteúdo))
4. L2: No momento é um conteúdo que eu tenho mais domínio pra falar sobre ele (+) sabe?
5. ((Pesquisador comenta que este é um fenômeno muito comum da prática profissional docente))
6. L3: Eu acho que também assim o interesse de a gente achar no (++) o conteúdo interessante (+) por quê? Porque dá pra gente relacionar muitas coisas do dia a dia pra trazer pra aluno. ((L3 relata uma experiência particular na qual ilustra este fato de preferência por um ou outro conteúdo por parte do professor)).
7. ((O pesquisador, por sua vez, tenta retomar a discussão para saber se os licenciandos tiveram a preocupação de abordar aspectos da natureza da química na escolha dos conteúdos))
8. L2: Aquela questão dos modelos né? Da natureza abstrata da química.
9. P: Esse conteúdo tem modelos... é isso/
10. L3: A gente viu que dava pra aplicar a questão dos modelos pra os alunos (+) pra continuar reforçando a ideia pra o aluno de que a química depende dos modelos.

11. ((O pesquisador solicita que o grupo formado pelos licenciandos L4 e L10 comentem o CoRe dos licenciandos L2 e L3)).
12. L4: Apesar deles falarem aqui que (+) que relataram o uso de modelos (+) nós só vimos o uso de modelos no ponto 5 ((referindo-se ao item 5 do instrumento CoRe – que conhecimento sobre o pensamento dos alunos tem influência no seu ensino sobre esta ideia?)) até o final (+) que foi quando realmente vimos que eles usavam modelos... posso ler? ((L4 então ler a análise elaborada por ele e por L10)) foram citados alguns conteúdos como ligações né? ((dirigindo-se aos licenciandos L2 e L3)) que sem o uso de modelos seria difícil a compreensão do aluno ((ler o restante da análise))(+). Lá na avaliação eles falam que vão usar a forma de avaliação pra o aluno construir um modelo. É dessa forma né? ((dirigindo-se aos licenciandos L2 e L3)) Só que o uso de modelos não foi evidenciado durante toda a construção do processo (+) mais no final. Eu acho que o uso de modelos deve ser desde o princípio. Desde a construção do processo todo até chegar na avaliação.

No episódio 4.1, o pesquisador teve a intenção de guiar os licenciandos na aplicação das ideias trabalhadas na oficina, solicitando deles as suas justificativas para as escolhas feitas na realização da atividade proposta, a de preencher um CoRe (ver apêndice E) para um dado conteúdo que permitesse uma abordagem de aspectos da natureza da química. Participaram desse episódio três licenciandos (L2, L3 e L4).

O episódio se inicia no turno 1 com o pesquisador questionando se houve dificuldades dos licenciandos em realizarem tal atividade, já que, durante a execução da mesma, ficou perceptível o desconforto e as inúmeras solicitações de auxílio para a interpretação dos itens do instrumento CoRe. O silêncio dos licenciandos L2 e L3 pode indicar a confirmação de nossa hipótese, já que houve até mesmo dificuldades em verbalizar suas dificuldades. Em razão desse silêncio, o pesquisador intervém com outras questões buscando identificar as razões que levaram os licenciandos a selecionarem o conteúdo indicado no instrumento, isto é, o conteúdo de forças intermoleculares.

Nos turnos, 4 e 6, os licenciandos questionados expõem razões de natureza didático-pedagógica, somente. Na tentativa de selecionar significados e verificar o entendimento dos alunos, o pesquisador ignora algumas das respostas apresentadas redirecionando a discussão para os propósitos da oficina explorando a dimensão da natureza da química, no turno 7. Essa intervenção do pesquisador produz um efeito de sentido que leva o licenciando L2, no turno 8, a recordar tópicos trabalhados na oficina e relacioná-los com a tarefa proposta, fornecendo uma base epistemológica para a sua justificativa.

No turno 8, então, o licenciando L2 cita uma característica da natureza da química, o seu caráter abstrato, o que justificaria a utilização dos modelos como ferramenta de representação, descrição e explicação do seu objeto de estudo, nesse caso específico, o conteúdo indicado no seu CoRe. A fala do licenciando L2 nesse turno pode ser interpretada

em termos da perspectiva epistêmica do perfil conceitual de Química, já que produz formas de falar que indicam um compromisso epistemológico com essa zona, a saber, o reconhecimento dos modelos enquanto ferramenta do pensamento químico.

O pesquisador, no turno 9, intervém compartilhando significados ao repetir a ideia do licenciando L2 para toda a classe, mas com uma entonação expressiva que sugere a necessidade de uma melhor explicação por parte do grupo. No turno 10, o licenciando L3, responde apresentando também uma visão comprometida com uma perspectiva epistêmica de interpretação da Química, apoiado na ideia de uma dependência desta em relação ao uso dos modelos.

O episódio finaliza-se no turno 12, com o licenciando L4 comentando a produção dos licenciandos L2 e L3. O licenciando L4 aponta a necessidade de coerência entre as categorias didáticas de estratégias de ensino e avaliação no CoRe dos licenciandos L2 e L3.

A abordagem comunicativa estabelecida ao longo desse episódio é de natureza interativa/dialógica. O episódio é caracterizado pela interanimação de ideias dos licenciandos que tentam justificar suas escolhas e pontos de vista na execução da atividade proposta. Há um esforço do pesquisador em explorar essas posições e delimitar os compromissos que as fundamentam.

No quadro 23, são apresentados de forma sistematizada os aspectos que caracterizaram o discurso da sala de aula ao longo desse episódio de ensino.

Quadro 23 – Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 4.1

Intenções do professor (pesquisador)	- Guiar os licenciandos na aplicação das ideias desenvolvidas na oficina.
Conteúdo do discurso	- Descrição.
Abordagem comunicativa	- Interativa/dialógica.
Intervenções/ações do professor (pesquisador)	- Selecionar significados. - Verificar o entendimento dos licenciandos. - Rever o progresso do conteúdo.
Perspectivas de significação do conceito	- Negociação entre compromissos epistemológicos e formas de falar da <u>zona epistêmica</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalizamos a análise dos episódios de ensino destacando o potencial das zonas do perfil conceitual para interpretar significados negociados no contexto de interações discursivas com os licenciandos de química.

No capítulo 7, pretendemos apresentar uma proposta que atenda ao terceiro objetivo específico desta tese, orientando uma discussão sobre como as zonas do perfil podem indicar direções e focos de abordagem do ensino da química. Buscamos discutir e integrar várias ideias para sustentar que as zonas podem ser um ponto de partida para abordagem didática de questões sobre o conhecimento da química, oferecer orientações para o planejamento de atividades de ensino-aprendizagem e também sugestões aos professores para a seleção de ênfases curriculares. Em suma, nosso propósito é oferecer diretrizes gerais para a aplicação do perfil conceitual proposto na educação em química.

7. IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Compreender características do processo de construção do conhecimento científico é um aspecto fundamental da educação em ciências, em geral, e da educação química, em particular, com tem sido argumentado na literatura desses domínios de pesquisa. Embora a importância desse objetivo central esteja bem estabelecida, as abordagens tradicionais da química escolar ainda se concentram nos aspectos disciplinares e formais da aprendizagem do conhecimento químico, como a abordagem de seus tópicos conceituais e teorias, muitas vezes concebidos como um mero conjunto de conteúdos, ou seja, o corpo de conhecimento declarativo da disciplina. Alcançar mudanças nesse contexto continua sendo uma tarefa desafiadora para os educadores. Existem outros aspectos da disciplina que apontam para um pluralismo da química, como já discutimos a partir de estudos em Filosofia da Química. A discussão nesse campo defende a química como conhecimento distintivo com características próprias, que exige uma abordagem de natureza específica tanto nos domínios científico e filosófico, como pedagógico.

A partir do perfil conceitual de Química, queremos propor um quadro para abordar reflexões sobre a química, a fim de ampliar o alcance das abordagens didáticas, para além do conhecimento teórico de conteúdo da disciplina e proporcionar uma compreensão mais abrangente, acerca da natureza do seu conhecimento, suas práticas e seu papel na sociedade. Com esse propósito, apresentamos a nossa proposta de um perfil conceitual e argumentamos que tal modelo pode ser útil em sugerir diretrizes para a organização de currículos de química e práticas de ensino levando em consideração outros modos de pensar sobre essa ciência que não são comumente abordados nos currículos tradicionais.

Conforme discutimos ao longo da tese, a química como ciência tem sido reconhecida por uma constituição pluralista nos aspectos epistemológicos, ontológicos, metodológicos e axiológicos (BACHELARD, 2009, RIBEIRO; PEREIRA, 2013, SCHUMMER, 2014). Uma das características mais importantes a se ter em conta é o duplo caráter da química como ciência natural e tecnologia produtiva, ou seja, a existência de um elo entre objetivos humanos e fins científicos que implicam profundas consequências nas formas de raciocínio, metodologia e valores em química (SJÖSTRÖM, 2007). A partir desse pluralismo, dimensões sociais, políticas, econômicas, ambientais e éticas podem caracterizar a ciência da química, como discutido por uma gama de estudos em Filosofia da Química (BENSAUDE-VINCENTE; SIMON, 2008).

Neste capítulo, queremos estimular uma reflexão pondo em interação discussões sobre a natureza da química e práticas pedagógicas na disciplina através da nossa proposta de perfil conceitual de Química, apontando modos de pensar e formas de falar sobre química, não só como disciplina científica, mas como um conceito utilizado tanto na ciência como na linguagem cotidiana. Essa variedade de significados ou polissemia do conceito de Química é tomada como um princípio básico para a reflexão sobre currículos de química, como também para sugerir a abertura de um espaço para se pensar sobre novas abordagens em educação química.

As abordagens curriculares tradicionais da química são muitas vezes baseadas na estrutura da disciplina, principalmente no conteúdo como uma coleção de temas bem definidos, e com foco na aprendizagem de teorias científicas e fatos, e sua relação uns com os outros (TALANQUER, 2011a). Esse modelo ainda é predominante em vários países em todo o mundo (VAN DRIEL; BULTE; VERLOOP, 2007, EILKS et al, 2013).

Os resultados de estudos filosóficos, históricos e sociológicos sobre a natureza da química sugerem ideias e implicações acerca de novas formas de conceituar a educação química na direção de uma visão mais autêntica, significativa e relevante sobre essa matéria escolar. Talanquer e Pollard (2010), por exemplo, reivindicam o deslocamento do foco do aprendizado da química como um corpo de conhecimento para a compreensão da química como forma de raciocínio. Em outras palavras, os autores defendem um ensino sobre como os químicos pensam mais do que aquilo que sabem. Essa abordagem pretende enfatizar como os químicos “pensam” e como formas raciocínio em química podem ser usadas para resolver problemas significativos e reais nas áreas de análise, síntese, transformação e modelagem.

Dado o pluralismo da química, como consequência, espera-se que o conhecimento da química seja rico, complexo e multifacetado, como apontou Talanquer (2013), a partir da discussão de dez facetas que revelam a natureza multidimensional da química como ciência. Sua proposta procura explicitar a natureza rica e multifacetada do conteúdo de química geral e convidar educadores químicos a refletir sobre essa questão. As dez facetas do conhecimento químico para a educação química são assim denominadas pelo autor: *grandes ideias; questões essenciais; conceitos transversais; dimensões conceituais; tipos de conhecimento; escalas dimensionais; modos de raciocínio; questões contextuais; visões históricas e considerações filosóficas*. Essas facetas se referem a diferentes aspectos do conhecimento químico que queremos que os alunos aprendam. Mais tarde, Sjöström e Talanquer (2014), enfatizando a relevância da química para a cidadania, destacaram explicitamente como as facetas podem ser

utilizadas para caracterizar diferentes níveis de complexidade em abordagens humanísticas da educação química.

De acordo com ideias como essas, queremos concentrar esforços na identificação de conexões potenciais entre as zonas do perfil conceitual proposto e algumas facetas, características e objetivos centrais em educação em química, como sugestões para abordar seu ensino, repensar currículos e práticas de instrução que reflitam de forma mais autêntica a natureza da química. Uma vez que os modos de pensar em termos de zonas podem ser utilizadas como um quadro que exigem reflexões sobre as várias facetas da química, várias dimensões ou facetas do conhecimento químico podem ser incorporadas nas zonas do perfil conceitual. Nossa proposta pretende destacar como algumas facetas do conhecimento químico e perspectivas na educação química podem ser abordadas a partir das zonas do perfil conceitual de Química, ao passo que, também argumentamos que as zonas fornecem contextos úteis para os quais essas ideias poderiam ser exploradas e discutidas no ensino. A Figura 3 fornece um esboço de como essas dimensões podem ser entrelaçadas.

Figura 3 – Relações potenciais entre as zonas do perfil conceitual de química e facetas da química.



Na figura 3, a química é apresentada como um conceito no centro da figura e, ao redor desta, as zonas do perfil conceitual proposto. Características centrais da química são destacadas em elipses associadas a cada zona. Além disso, as questões potenciais e as facetas do conhecimento químico também são apresentadas no plano associadas às zonas específicas. Não é nosso objetivo argumentar que uma determinada faceta é exclusiva de uma determinada zona, mas que uma zona específica pode destacar ou incluir elementos de diferentes facetas da educação química. Além disso, nossa proposta não pretende apresentar uma abordagem linear, mas apontar alguns aspectos e facetas da química e suas relações que, por sua vez, podem se constituir em uma rede de outras possíveis relações, como tentamos mostrar na figura 3 através de linhas transversais entre as zonas do perfil.

Essa estrutura pode ser útil para fornecer algumas diretrizes e sugestões para professores, desenvolvedores de currículo e materiais didáticos (incluindo professores) para tomar decisões sobre práticas em educação química, escolha de estratégias e abordagens educacionais. O esquema acima sugere algumas orientações flexíveis e, como já mencionado, não se propõe a definir métodos ou uma abordagem única e linear, mas algumas potenciais ideias e, assim, chamar a atenção para a reflexão e, assim, os professores possam tomar suas próprias decisões e escolhas refletindo sobre como aspectos e facetas da educação química podem ser enfatizados a partir de uma maneira particular de falar expressa no perfil conceitual. Na sequência, detalhamos como essas possíveis conexões e implicações podem ser estruturadas a partir de cada zona do perfil conceitual.

Diretrizes na zona monista

A ideia de que a química pode ser encontrada em tudo a nossa volta parece estar bem estabelecida no discurso de químicos, educadores químicos e professores de química em geral. Esse ponto de vista pode ser encontrado também em livros didáticos, artigos científicos, documentos de políticas educacionais, textos de divulgação científica e assim por diante. É claro que essa ideia pretende chamar a atenção para a importância da disciplina, do seu ensino e aprendizagem. Além disso, essa ideia geralmente é acompanhada pela mensagem implícita de que a química tem mudado nossas vidas para melhor (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). No entanto, é importante avaliar outros aspectos sobre esse significado e examinar os pressupostos ontológicos e epistemológicos subjacentes. Por sinal, se a química está em todo lugar, cabe perguntar se química é um objeto ou conhecimento, ou ainda, se é possível existir química sem a existência de nós, humanos.

Dado os dois aspectos que caracterizam essa maneira de pensar sobre o conceito de química, isto é, a química onipresente e independente do homem, argumentamos que a partir da zona monista pode-se abordar potenciais discussões sobre a natureza do conhecimento científico em geral, e do conhecimento químico em particular. Questões epistemológicas sobre a natureza e a origem do conhecimento científico, o papel dos seres humanos nesse processo e os limites do conhecimento científico podem ser examinados com propósitos educacionais. Os professores e os alunos poderiam ser convidados a confrontar questões sobre o papel do conhecimento científico como uma forma de representar o mundo. Isso pode ajudar os alunos a aprender sobre questões acerca da natureza da ciência, a fim de promover a compreensão relativas à natureza tentativa do conhecimento científico, ou seja, como um recurso para a humanização da ciência (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000b; ABD-EL-KHALICK, 2013).

Os diferentes aspectos do conhecimento químico e sua natureza estão relacionados a diferentes orientações ou vertentes discutidas na abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC). Os objetivos educacionais mencionados anteriormente estão em consonância com o papel da HFC como um recurso potencial para gerar percepções da ciência que podem afetar a visão dos alunos. Aprender sobre como o conhecimento científico é gerado, como a ciência é influenciada por processos sociais e históricos são objetivos centrais na educação científica em geral, e na educação química, em particular (DAGHER; ERDURAN, 2016). A literatura sobre a Natureza da Ciência (NdC) para a educação científica defende a HFC como um recurso para promover a alfabetização científica e tecnológica (MCCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 1998). Além disso, os alunos devem entender a ciência como um empreendimento humano comprometido com o desenvolvimento de modelos e que esses modelos nunca são totalmente verdadeiros ou falsos e podem ser alterados ou substituídos.

Nesse contexto, argumentamos que a maneira de pensar sobre a química na zona monista pode ser utilizada para interpretar os pontos de vista dos alunos sobre ciência e conhecimento científico, bem como abordar discussões para evitar compreensões ingênuas de ciência como conhecimento absoluto, linear, cumulativo e independente da consciência humana. Em consonância com Bensaude-Vincent e Simon (2008), não há uma essência eterna para a química que deve ser rastreada ao longo dos séculos, ao contrário, esta é uma produção cultural e historicamente situada. Essa discussão parece estar também em acordo com Eilks et al (2013), sobre currículos de química orientados para a história da ciência que podem tornar explícito que fatos e teorias químicas têm uma gênese e que aprender sobre a gênese histórica

das teorias fundamentais da química pode ajudar os alunos a aprender sobre a natureza da química. Espera-se que os alunos desenvolvam uma compreensão das características do conhecimento científico, seus processos e métodos utilizados para construir esse conhecimento. Assim, a educação química poderia ser enriquecida com a identificação de problemas significativos que os químicos precisaram resolver ao longo da história para gerar o conhecimento na disciplina. Além disso, poderíamos focar em como a química muda e mudou ao longo de sua história (CHAMIZO, 2014), analisando os diferentes papéis que a química desempenhou na sociedade ao longo do tempo (KNIGHT, 1992), o que expressa seu caráter como uma ciência dinâmica.

A discussão sobre história e filosofia da química pode ajudar na compreensão do conhecimento químico e do seu processo de construção. Izquierdo-Aymerich (2013) argumenta que uma perspectiva histórico-filosófica pode nos ajudar a entender melhor como a química da escola deve ser orientada para a aquisição de competências. Os recursos educacionais nessa abordagem incluem o uso de controvérsias históricas que foram apontadas como ferramentas significativas para abordar essas questões na educação científica (GARCIA-CARMONA; ACEVEDO-DIAZ, 2017) ou ainda, analisando episódios de história da química ou estudos de caso (IRWIN, 2000; SOUZA; PORTO, 2012).

Dentro dessa discussão, Talanquer (2013) destaca que perspectivas históricas de abordagem da química favorecem a identificação das questões centrais, dilemas e preocupações que dirigiram o desenvolvimento das ideias e práticas químicas, além de enfatizar os papéis e esforços assumidos pela química ao longo do tempo, como um empreendimento humano. Esses aspectos são destacados na figura 3, tanto pela menção ao caráter dinâmico da ciência química, bem como pelos objetivos pedagógicos citados.

Atendendo à formação dos professores, a importância das abordagens em HFC também consiste em considerar a influência das concepções de ciência dos professores em suas estratégias pedagógicas, portanto, as questões sobre o domínio específico da história e a filosofia da química podem ser úteis para os professores, especificamente, para confrontar suas próprias epistemologias, integrando perspectivas epistemológicas adequadas em seu ensino e analisando a dinâmica de construção do conhecimento científico. Uma educação epistemológica dos professores, apoiando o uso da história da ciência como estratégia de ensino, pode contribuir para alcançar mudanças na imagem da química (LIN; CHEN, 2002, VESTERINEN; ASKELA, 2013, SENDUR; POLAT; KAZANCI, 2017). Outros resultados de pesquisa apontaram que o uso de tais recursos podem proporcionar aos futuros professores

de química uma sólida compreensão de questões de NdC e, assim, se tornarem capazes de lidar com recursos adequados e estratégias educacionais para integrar esse tópico no planejamento regular de suas aulas de ciências (WAHBEH; ABD-EL-KHALICK, 2014).

Em síntese, argumentamos que essa maneira de pensar sobre química, descrita na zona monista do perfil, oferece oportunidades aos professores para a reflexão de estratégias para debater tais questões com estudantes ou mesmo com seus pares. Em termos filosóficos, a intenção é abrir espaço para uma discussão sobre o status ontológico da química e o papel do conhecimento científico como um processo conduzido por seres humanos social e historicamente situados. Nesse sentido, o objetivo principal é compreender a química como uma maneira particular, poderosa de olhar e pensar sobre o mundo, bem como um esforço social e intelectualmente útil.

Diretrizes na zona aversiva

A imagem pública da química tem uma longa história e caracterizou-se como um complexo fenômeno social e cultural de raízes profundas e complexas (SCHUMMER; BENSUADE-VINCENT; TIGGELEN, 2007). Em *Química - A ciência impura*, Bensaude-Vincente e Simon (2008) examinam um conjunto de aspectos que caracterizam a química como uma ciência associada a uma indústria global que gerou substâncias tóxicas que marcaram nosso planeta. Nessa perspectiva, a química é muitas vezes vista como uma ciência poluente, como agente de contaminação do solo, envenenando nossa água e poluindo o ar que respiramos. Além disso, temos ainda o legado da tradição alquímica, dos venenos, da feitiçaria, das substâncias perigosas, a guerra química, a poluição ambiental e os cientistas malucos, conduzindo a estereótipos da química que dominaram até mesmo a imagem popular da ciência em geral. De acordo com Weingart (2006) a química tem sido considerada a disciplina ícone do cientista louco.

Conforme discutimos na caracterização da zona aversiva, a hostilidade generalizada em relação a química levou as pessoas a atribuir frequentemente conotações negativas aos produtos químicos percebendo-os como potencialmente perigosos. Por essa razão, a “quimiofobia” foi descrita como o medo da química ou de produtos químicos induzidos por alguns problemas de poluição química largamente divulgados (LASZLO, 2006), e o par oposto “natural” *versus* “químico” pode determinar escolhas por indivíduos.

Apesar disso, é inegável que a química tem impacto direto na vida das pessoas, hoje e no futuro. Aqui, podemos abordar discussões importantes, dado que a química tem profundas

consequências para nossas vidas e em nosso mundo, que melhoram a qualidade de vida e transformam a maneira como vivemos. Mas é importante considerar e aceitar que essas conquistas também estão associadas a custos e riscos que afetam nossa saúde, sociedade e meio ambiente. Essa discussão parece estar alinhada com a educação em química orientada a *Bildung*⁹ discutida por Sjöström (2013), que diz respeito à problematização, a compreensão das incertezas e o equilíbrio entre os benefícios e os riscos da química, ou seja, essa abordagem trata dos aspectos éticos e sociais do ensino. Para além das aplicações e das conexões superficiais da vida diária, essa abordagem inclui não apenas o conhecimento de conteúdo em química, mas também o conhecimento *sobre* química, tanto sobre a natureza da química quanto o seu papel na sociedade.

A partir desta zona do perfil conceitual, questões como essas podem ser abordadas oferecendo oportunidades para entender o paradoxo da indústria química como fonte de poluição significativa, mas também como parceira na redução de problemas ambientais, ou seja, entender como a ciência também contribui para o desenvolvimento sustentável da sociedade. O objetivo com o ensino de química orientado a *Bildung* é desenvolver cidadãos críticos, deliberados e com base em ação para reflexão filosófica e ação sociopolítica sobre química. Em resumo, destacam-se as práticas e os produtos da química na sociedade e os seus benefícios, custos e riscos são enfatizados pela análise e discussão dos impactos sociais, econômicos e ambientais das atividades químicas e seus produtos, a fim de educar os cidadãos para entender o mundo e tomar decisões informadas (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014). Tais aspectos são destacados na figura 3, em termos de objetivos educacionais associados à problemática da má visão sobre química presente no imaginário do público em geral.

Essa discussão também se relaciona ao que é discutido na literatura sobre educação científica através da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, CTSA, por exemplo, que visa educar os cidadãos e contribuir no debate social e também fornece um contexto potencial para a educação química. Como parte dos objetivos do CTSA na preparação de futuros cidadãos que compreendam as dimensões humana e social da prática científica e suas consequências, essa abordagem pretende educar os alunos para que possam apreciar a complexidade das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e o meio ambiente,

⁹ *Bildung* é um termo alemão, que não possui equivalente no inglês, mas que denota a ideia de processo de desenvolvimento de uma consciência crítica e formação do indivíduo, promovendo seu engajamento em questões sobre verdade, valor e sentido. Na literatura internacional em Educação, o termo tem sido utilizado com significado próximo ao de educação para a cidadania.

e então sejam capazes de atuar em um papel crítico, essencial para alcançar a cidadania responsável (AIKENHEAD, 2005).

Apesar dessas vantagens, as estratégias CTSA foram criticadas no que diz respeito a suas abordagens não considerarem diretamente o desenvolvimento moral e ético, pessoal e individual dos estudantes. Assim, o argumento é que não só as implicações sociais da ciência e da tecnologia devem ser examinadas, mas também explorar as filosofias pessoais e os sistemas de crenças dos alunos. Nesse sentido, a educação CTSA não parece estar inserida em um quadro sociológico ou de desenvolvimento coerente que considere explicitamente os aspectos psicológico e epistemológico. Em contraste, o movimento de Questões Sociocientíficas (QSCs) concentra-se em capacitar os alunos a considerar como as questões científicas refletem, em parte, os princípios morais que abrangem suas próprias vidas, bem como o mundo físico e social em torno deles (ZEIDLER et al, 2005).

As QSCs na Educação em Ciências se concentram especificamente em capacitar os alunos a considerar como questões científicas e as decisões tomadas a respeito delas estão relacionadas. A importância de desenvolver o ponto de vista dos alunos sobre a ciência através da argumentação nas construções do conhecimento social compartilhado através do discurso sobre QSCs é um objetivo importante na educação científica, bem como, capacitar os alunos a analisar, sintetizar e avaliar informações, lidar sensivelmente com o raciocínio moral e questões éticas compreendendo conexões inerentes entre QSCs (SADLER, 2004). Para nós, ambas as abordagens, CTSA e QSCs, têm suas contribuições para abordar a discussão dentro da zona aversiva do perfil conceitual de Química e fornecer recursos para melhorar a compreensão da ciência em relação à sociedade, a fim de buscar a alfabetização científica e educação dos estudantes para a cidadania. Nesse sentido, poderíamos propor o uso do slogan “livre de química” como um caso a ser problematizado, por exemplo.

Nessa perspectiva, os alunos podem ser introduzidos em discussões sobre alimentos, saúde, poluição e ter oportunidades de aplicar ideias de química para interpretar o mundo. Os alunos podem ser convidados a fazer escolhas entre materiais diferentes que podem ser usados e confrontados com múltiplas perspectivas para problemas morais que inerentemente envolvem pontos de vista e informações discrepantes. Nesse sentido, também podemos promover a reflexão sobre a relevância da química para a sustentabilidade como uma dimensão essencial da educação química, enfatizando a criação de condições para um futuro sustentável (VILCHES; GIL-PÉREZ, 2013). Além disso, as discussões sobre a química verde podem se constituir uma oportunidade potencial para isso, uma vez que os esforços nessa área

também se enquadram em uma abordagem humanística que se concentra na produção, utilização e eliminação de produtos químicos, a fim de reduzir seu impacto ambiental e contribuir para a sustentabilidade (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014).

Atividades específicas poderiam ser projetadas ao considerar esses objetivos na educação química. Uma vez que os alunos recebem informações da mídia sobre desastres ambientais, investigações criminais, química alimentar e assim por diante, eles podem avaliar, filtrar informações de meios de comunicação de massa, como o slogan “livre de química”. De acordo com Talanquer (2013), as questões contextuais são usadas para envolver os alunos na tomada de decisões que exigem a consideração de questões morais e éticas, juntamente com uma sólida compreensão dos conceitos, ideias e práticas centrais da química.

Portanto, consideramos que as discussões sobre a zona aversiva oferecem uma oportunidade única para abordar questões sobre a imagem pública da química e fomentar questionamentos sobre quais os produtos que temos ao nosso redor, qual a sua proveniência, sua composição, a fim de ajudar os estudantes a encontrarem um sentido e relevância para o conteúdo, bem como desenvolver habilidades nas quais os alunos possam avaliar criticamente a informação relacionada à química usada no discurso público e na mídia. Além disso, pode ajudá-los a entender melhor o compromisso por trás da informação transferida, a fim de evitar equívocos sobre os produtos químicos e enfrentar problemas verdadeiros sobre produção e uso destes, fazendo escolhas na base de um entendimento mais amplo.

Dessa forma, a educação química crítica deve se referir aos aspectos éticos da química, seus riscos, a fim de compreender as incertezas, avaliar os benefícios e riscos associados à química, lidando com aspectos éticos e sociais no ensino. Portanto, o objetivo é que, aquilo que é *bom* e *certo* deve ser decidido pelos cidadãos competentes em ação, com *Bildung* (SJÖSTRÖM, 2013).

Diretrizes na zona epistêmica

Uma das imagens mais comuns da química entre os estudantes, em geral, é aquele proveniente das aulas de química na escola, ou seja, o conteúdo químico. Nessa perspectiva, a química tem sido vista como um assunto difícil, caracterizado por ideias abstratas (SALTA; TZOUGRAKI, 2004). Essas percepções compartilham o foco de considerar a química como sendo apenas conhecimento.

A partir da zona epistêmica, as questões sobre o conhecimento científico como conteúdo de aprendizagem são importantes de serem analisadas nessa maneira de pensar. Um

aspecto primordial nessa discussão é que os professores precisam entender qual é o objeto de estudo da sua disciplina. Essa sugestão parece estar alinhada com a visão abordada por Talanquer e Pollard (2010) sobre ensinar *como* pensamos mais do que *o que* conhecemos. Na perspectiva dos autores, isso ajuda a formar uma melhor imagem do pensamento químico, refletindo como é organizado o conhecimento químico, quais são os tipos de conhecimento empregados, quais são as questões centrais abordadas pela química, quais são as grandes ideias a serem ensinadas, por exemplo (TALANQUER, 2016), além de reconhecer diferentes níveis de escala e dimensões conceituais na análise do conteúdo químico, o poder, escopo e limitações das ferramentas de produção e comunicação de ideias em química (TALANQUER, 2013). Essa reflexão pode ser útil para ajudar estudantes e professores a desenvolverem uma compreensão mais ampla da química, enquanto ramo do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, os professores devem ser expostos a tais questões ou convidados a pensar sobre elas, a fim de estimular discussões e reflexões sobre o conteúdo químico de uma perspectiva das “grandes ideias” da química, mudando sua atenção dos tópicos a serem abordados em um curso de química, para as grandes ideias de modo a criar conexões entre diferentes conceitos no currículo químico (TALANQUER, 2013). Além disso, identificar grandes ideias em sua área de interesse pode expressar claramente os entendimentos duradouros específicos que eles querem que os alunos desenvolvam. No entanto, como afirmou Talanquer (2016), ideias centrais expressas como declarações de conhecimento fundamental não bastam para caracterizar a disciplina, seu alcance e relevância, uma vez que essas ideias centrais devem, em vez disso, encapsular os entendimentos e ações que ajudam a resolver questões essenciais em química. Essas ideias centrais certamente devem ser ferramentas para explicar propriedades e comportamentos direcionados, mas também para refletir e atuar no mundo com fins práticos (TALANQUER, 2013). Assim, a partir da zona epistêmica, questões sobre a estrutura do conhecimento da química como conteúdo de aprendizagem poderiam ser abordadas levando em consideração essa forma de pensar, com o objetivo de moldar uma visão mais ampla do caráter complexo e multifacetado do conteúdo químico, tal como apontamos na figura 3.

Na literatura em educação química podem ser encontrados modelos para a estrutura do conhecimento da química, na intenção de se identificar diferentes formas ou níveis em que esse conhecimento é organizado. Um dos mais conhecidos é o proposto por Johnstone (1991) através de uma figura que mostra um triângulo com os três ápices marcados como “macro”, “submicro” e “simbólico”, relacionados aos níveis de pensamento em química. A

reinterpretação desse modelo foi abordada por Mahaffy (2004), que incluiu um componente humano para essa relação tripla. Essa dimensão humanista foi, por sua vez, examinada e dividida em três partes por Sjöström e Talanquer (2014), a fim de destacar uma problematização multifacetada *em e sobre* química. Além disso, Talanquer (2011b) propôs o que chamou de “um espaço do conhecimento de química” depois de examinar limitações e confusões na maneira como o “triplete” da química foi abordado na literatura em educação química. Além disso, Taber (2013) fornece uma reflexão sobre a proposta original de Johnstone (1991) e apresenta um ponto de vista, baseado em teorias específicas de aprendizagem, sobre as dificuldades dos alunos em operar nos três níveis mencionados anteriormente.

As propostas citadas acima visam apontar o caráter multifacetado do conhecimento químico, ou seja, a ideia de que a química deve ser analisada a partir dos diferentes aspectos em seu corpo de conhecimento. Talanquer (2011b) descreve uma proposta na qual é representado um modelo multidimensional construído pelas diferentes escalas/níveis, dimensões e abordagens nas quais cada um dos principais tipos de conhecimento (experiências, modelos e visualizações) em química pode ser conceitualizado. O autor destaca que a aprendizagem em química exige que os alunos possam transitar dentro e entre tipos de conhecimento, escalas, dimensões e abordagens determinadas. Para isso, os alunos poderiam ser questionados a diferenciar *experiências, modelos e visualizações*, ao mesmo tempo em que estabelecem conexões entre elas em diferentes escalas. Além disso, buscar reconhecer as diferentes dimensões (estrutura, energia e tempo) em que os fenômenos químicos são explorados, modelados e visualizados, bem como desenvolver entendimentos qualitativos e quantitativos desses fenômenos. O autor ainda destaca a necessidade de se identificar diferentes modos de raciocínio, bem como distinguir quando e como aplicar um raciocínio baseado em *modelo*, baseado em *casos* ou baseado em *regras*, dependendo da natureza da tarefa (TALANQUER, 2013).

Essas reflexões podem ser úteis para ajudar os alunos e professores a desenvolver uma melhor compreensão da química como um ramo do conhecimento científico e do caráter multifacetado da química, e assim, auxiliar professores, desenvolvedores de currículos e pesquisadores educacionais em tomar decisões mais reflexivas sobre o que ensinar, avaliar ou investigar em diferentes níveis educacionais. Para os professores, as formas de conceituar a estrutura do conhecimento químico discutida aqui podem enriquecer a compreensão da disciplina e desafiar nossos pressupostos, oferecendo diretrizes sobre como planejar ações no

ensino de química. O objetivo principal é desenvolver uma compreensão de como o conhecimento químico é estruturado, na direção de transformar o assunto em conteúdo de ensino (ERDURAN; BRAVO; NAAMAN, 2007) mediante a exposição a questões sobre a natureza do conhecimento químico, além do conhecimento do conteúdo em si.

Diretrizes na zona pragmática

Ao longo da sua história, a química pode ser identificada a partir de suas fortes origens práticas (KNIGHT, 1992, BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008) e a indústria química moderna manteve essa tradição e orientou seus objetivos pelas necessidades humanas, problemas práticos e problemas econômicos. Uma das atividades centrais em química é a síntese de moléculas (SCHUMMER, 1997a, 1998) para diversos propósitos. Hoffmann (1995) destaca que a química é uma atividade humana criativa na qual a síntese, fazer novas moléculas, desempenha um papel central. Conforme discutido anteriormente, a química tem propósitos práticos e não apenas metas para explicar o mundo através da criação de novas tecnologias. Schummer (1999) chega a dizer que todos os conceitos utilizados para distinguir entre ciência e tecnologia falham, se tentarmos aplicá-los à química. Nessa perspectiva, a pesquisa teórica e os interesses industriais estão muitas vezes interligados em química e, segundo Chamizo (2013), a química pode ser descrita como uma tecnologia que combina a busca do conhecimento científico com objetivos tecnológicos orientados por necessidades e condições humanas.

Essa importante característica da química destaca que o trabalho dos químicos envolve não apenas explicar e prever as propriedades da matéria, mas também projetar, aplicar e avaliar métodos e estratégias para perseguir os objetivos práticos de sintetizar, analisar e transformar a matéria. Assim, o conhecimento químico é muitas vezes desenvolvido para fins práticos, envolvendo a caracterização e produção de tipos específicos de matéria, para projetar, controlar e criar resultados desejados (TALANQUER, 2016). Atualmente, os aspectos dessa prática apresentam novas questões sobre a natureza da química, como a forma na qual a prática da síntese foi profundamente transformada pelo uso de métodos baseados em computadores ou como a nanotecnologia parece desafiar não apenas técnicas sintéticas tradicionais, mas também a própria disciplina de química em si (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008), tornando-se difícil distinguir entre pesquisas “puras” e “aplicadas”.

Por essa razão, é necessário levar em consideração vários aspectos da prática em química, como os conflitos de interesse, a geração de patentes ou outros tipos de propriedade

intelectual, questões políticas e econômicas. O conhecimento científico é impactado por fatores financeiros e outros fatores socioculturais, e os projetos de pesquisa geralmente envolvem algum financiamento externo que devem ser considerados também. O financiamento da pesquisa é um ponto significativo que exige atenção e, muitas vezes, determina na ciência o que é e o que não é possível. Sjöström (2006, 2007) enfatiza que muitas coisas influenciam as chances de se obter financiamento público ou privado para pesquisas científicas.

Compreender os aspectos da indústria química pode ser útil como meio para apresentar as manifestações tecnológicas da química e sua influência na vida pessoal dos estudantes e na sociedade em que vivem. Essa ênfase na química aplicada, seu contexto produtivo e suas consequências socioeconômicas e ambientais podem ser úteis para dar aos alunos uma sensação de relevância e motivá-los a estudar o conteúdo (HOLFSTEIN; KESNER, 2006).

De acordo com isso, uma importante faceta da química, as suas questões essenciais, pode ser útil para oferecer oportunidades para abordar questões dessa área do perfil conceitual. As questões essenciais - *o que é isso? Como faço isso? Como faço para mudá-lo? Como eu explico isso?* – apontam para as principais atividades ou práticas em química, respectivamente, *análise, síntese, transformação e modelagem*. Portanto, mais do que tópicos específicos ou subdivisões acadêmicas tradicionais, como química analítica, orgânica, inorgânica ou físico-química, o reconhecimento das questões essenciais que o conhecimento químico nos permite responder, pode ajudar os professores a reconceitualizar as formas em que os conceitos e ideias são introduzidos e discutidos na sala de aula de química (TALANQUER, 2013). Tais questões essenciais são apresentadas na figura 3, associado à ideia de química como um tecnociência.

Conforme discutimos mais cedo, a produção e o consumo de produtos químicos trazem consigo benefícios, custos e riscos em várias dimensões, incluindo as esferas social, econômica, política, ambiental, ecológica e ética (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014). Nessa perspectiva, a ideia de tecnociência poderia ser usada como um conceito transversal para orientar a análise crítica da natureza do conhecimento químico e seus papéis sociais, econômicos e políticos na história. Assim, professores e alunos poderiam ser desafiados a refletir sobre questões, problemas e desafios associados à síntese química.

A partir da ideia de que a química tem tantos objetivos científicos quanto aplicações tecnológicas (CHAMIZO, 2013), poderia dar aos alunos uma ideia sobre como interagem esses domínios evitando assim, a visão comum da tecnologia como ciência aplicada ou perspectivas dicotômicas que a ciência é principalmente orientada intelectualmente para a elaboração de teorias e a tecnologia, por sua vez, principalmente orientada para a criação de produtos ou operações (TALANQUER, 2011a). Além disso, também oferece a oportunidade de descrever os contextos de situações e problemas reais que existem na indústria química, bem como tópicos relacionados ao uso de seus produtos. Finalmente, os alunos poderiam ainda perceber oportunidades potenciais para fazer carreira não só na indústria química, mas também em outros domínios nos quais o conhecimento químico é necessário. Essa abordagem pode oferecer oportunidades e contribuições para esclarecer ideias sobre o que os químicos realmente fazem e evitar os tradicionais estereótipos históricos sobre esse profissional.

Em conclusão, a discussão de aspectos sócio-institucionais, como o papel dos sistemas financeiros envolvidos na pesquisa, os objetivos metodológicos e valores sociais, as questões de ética sobre os aspectos de produção parecem estar alinhadas com as tendências mais recentes defendidas na literatura em NdC para a educação científica (DAGHER; ERDURAN, 2016), que reivindica uma compreensão mais sofisticada sobre como o conhecimento científico funciona, em geral, e a química, em particular. Do pressuposto de que a química é menos conteúdo do que as práticas que esse conhecimento permite, essa abordagem poderia proporcionar uma compreensão da química como uma maneira poderosa de pensar e atuar sobre o mundo material (TALANQUER, 2011a, 2016) e também uma ciência de entidades macroscópicas que são manipulados em ambientes laboratoriais e industriais, sob a influência de considerações econômicas, políticas, sociais, ambientais e éticas (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014).

Diretrizes na zona processual

Mudança e transformação são aspectos centrais em química (VAN BRAKEL, 1997). Dado que a química fornece explicações de processos ao nível submicroscópico, uma compreensão de suas explicações requer conhecimento sobre modelos e modelagem para se construir entendimento sobre entidades químicas e outros processos, ou seja, como as ideias químicas são modeladas para investigar substâncias e suas transformações (JUSTI; GILBERT, 2002).

A química utiliza modelos como uma ferramenta importante para descrever tópicos químicos, bem como para explicá-los e fazer previsões. Projetar, testar, revisar e substituir modelos, ou seja, modelagem (JUSTI; GILBERT, 2002, ERDURAN; SCERRI, 2002) caracterizam a química. Compreender a natureza dos modelos científicos é fundamental para a compreensão da natureza da ciência e sua compreensão do conteúdo científico. As teorias podem ser melhor compreendidas em termos de seus modelos (ADÚRIZ-BRAVO, 2013). Tais necessidades requerem uma discussão anterior e simultânea da questão ontológica sobre modelos e como os modelos desempenham um papel central na educação científica e são importantes para o conhecimento de formas de raciocinar em química (KOVAC, 2002, BENSUADE-VINCENT, 2009, TALANQUER; POLLARD, 2010, TALANQUER, 2013).

As representações populares da ciência sugerem que suas descobertas são a principal tarefa dos cientistas (SCHUMMER, 2010), ao invés de se concentram na construção de modelos. A literatura sobre educação científica apresenta investigações sobre dificuldades de alunos e professores com modelos, como sendo cópias exatas em pequena escala da realidade e não como construções cognitivas e ferramentas de comunicação. Além disso, ideias sobre modelos como correspondentes à realidade e que podem consistir em uma combinação de partes de diferentes modelos levando a inconsistências internas, isto é, modelos híbridos. Justi e Gilbert (2002) acrescentam que a validade dos modelos não tem limitações claras e também o uso de uma diversidade de modelos também é desafiador e confuso para estudantes.

Além disso, os livros didáticos apresentam modelos sem discussão sobre seu significado, escopo e limitações. Também, os modelos químicos foram sinônimo de modelos de bola e vareta que normalmente são usados como auxílios visuais, e os alunos pensam em modelos como brinquedos ou cópias da realidade (JUSTI; GILBERT, 2000).

Como discutido acima, os modelos correspondem a uma característica central da química e o tema dos modelos e modelagem desempenham um papel importante na promoção da compreensão da natureza do conhecimento químico em sala de aula (ERDURAN; DUSCHL, 2004). Modelos e modelagem fornecem um contexto crucial e relevante através do qual os aspectos filosóficos da química podem ser promovidos no ensino da química (ERDURAN, 2001).

Dado que o pensamento químico baseia-se fortemente em modelos que relacionam classes de substâncias e comportamentos a características de composição e estruturais específicas nos diferentes níveis e escalas, é essencial, considerar que modelos e explicações

químicas também podem ser desenvolvidos em vários níveis: macroscópico, multipartículas, mesoscópico, supramolecular, molecular e subatômico (TALANQUER, 2011b), que, por sua vez, implica vários tipos de modelos usados para representar e comunicar conceitos e ideias. Esse aspecto é destacado na figura 3, quando é feita a menção do caráter multirepresentacional da química.

Como mencionado anteriormente, essa centralidade dos modelos em química fornece um sólido argumento para afirmar que a aprendizagem da química envolve conhecer os modelos produzidos pelos químicos, seu escopo e limitações, além de reconhecer as diferenças entre modelos e realidade (JUSTI; GILBERT, 2002). Em outras palavras, os alunos precisam reconhecer quando trabalham com modelos e quando trabalham com a realidade (CHAMIZO, 2013b). Portanto, a natureza e o papel dos modelos e a função de modelagem em química são objetivos essenciais para a educação química.

Essa abordagem está alinhada com as recomendações de Chamizo (2013b) para o ensino de química através de modelos, nos quais o autor sugere que não se deve focar apenas no conteúdo de modelos específicos, mas também no próprio significado da palavra “modelo” e também sobre a natureza dos modelos e modelagem. Além de desenvolver um entendimento em química, o uso dessa abordagem também fornece ao aluno conhecimento sobre química e sua natureza.

Justi e Gilbert (2002) destacam ainda que dado que os modelos computacionais atualmente possuem um lugar na pesquisa química e há um uso paralelo de métodos computacionais e experimentais em química, esse recurso oferece oportunidades de discussão sobre as limitações de ambas as abordagens no ensino da química.

De acordo com Talanquer (2013), os modelos são formas comuns de pensar que permeiam o currículo. Alguns desses conceitos transversais (por exemplo, estrutura e função, padrões, causa e efeito) são fundamentais para a química em todos os níveis educacionais, embora os instrutores precisem identificar, analisar e refletir sobre como esses conceitos estão incorporados nos modelos químicos e explicações tipicamente discutidas em diferentes salas de aula de química. Portanto, a ênfase nesses conceitos transversais pode facilitar o foco da atenção dos alunos nos elementos fundamentais dos modelos químicos usados para entender e transformar a matéria e não nas suas características superficiais.

Em conclusão, a partir da zona processual do perfil podemos argumentar para a introdução de discussões explícitas na sala de aula em torno de questões sobre o que são os

modelos e como funcionam, bem como para permitir que as formas de representação na química sejam mais apropriadas do que outras para cada sistema particular. Analisar o conteúdo de química de uma perspectiva de “modelagem” é, portanto, um fator crítico na identificação de oportunidades para os alunos se envolverem nesse tipo de raciocínio. Essas ideias são cruciais para compreender as propriedades de substâncias e processos que os cidadãos cientificamente alfabetizados deveriam entender (TALANQUER, 2013). Assim, o envolvimento dos estudantes nas atividades de modelagem deve ajudá-los a desenvolver o conhecimento da matéria, bem como desenvolver uma melhor compreensão de como o conhecimento químico é gerado e comunicado.

Diretrizes na zona atrativa

A forma de pensar abordada nesta zona do perfil conceitual apresenta um modo de falar tipicamente usado em linguagem cotidiana propondo que poderia haver química entre as pessoas, sugerindo assim a ideia central de que química seria a interação. Embora possa não ser importante para os apaixonados como a ciência poderia fornecer explicações sobre o sentimento envolvido nesse fenômeno psicológico, do ponto de vista do conhecimento científico e da educação em química, há uma relação interessante a ser explorada entre conceitos químicos e biológicos a partir de tal fenômeno. Assim, propomos que seja importante considerar essa forma de falar sobre química como uma oportunidade para aplicar conhecimento e formas de pensar em química na análise de sistemas e fenômenos mais complexos em diálogos interdisciplinares. É o que indicamos na figura 3, ao destacar o caráter central da química como ciência e a possibilidade de efetuar conexões entre química e biologia, por exemplo, com vistas a contextualizar o conhecimento químico.

A relação entre química e outras ciências é um tema importante que interessa a Filosofia da Química há muito tempo (SCERRI; MCINTYRE, 1997, VAN BRAKEL, 2006). Nessa questão, a aliança íntima entre química e biologia ameaça até mesmo a identidade disciplinar da química, de acordo com Bensaude-Vincent e Simon (2008). Atualmente é possível ver colaborações entre químicos e biólogos, por exemplo, no novo campo interdisciplinar denominado Ciência e Engenharia de Materiais. O objetivo, entre outros, possibilitado pelo advento da nanotecnologia, está focado na atenção dos químicos sobre o papel dos materiais biológicos na construção de substâncias encontradas em organismos e outros esforços para produzir vida artificial. Além disso, a construção de componentes centrais dos sistemas vivos por biólogos sintéticos também é permitida pela nanotecnologia. Conforme discutido acima, estão sendo desenvolvidas várias configurações interdisciplinares

que afetam a identidade da química (LASZLO, 2006). O desenvolvimento de campos de pesquisa, como a biotecnologia, a nanotecnologia e a inteligência artificial, são inerentemente interdisciplinares sob a influência da biologia, e mostram uma tendência da química ser considerada como ciência de serviço (KNIGHT, 1992, BENSUAUDE-VINCENT; SIMON, 2008).

A complexidade da atividade científica e as inter-relações crescentes entre áreas de conhecimento conduzem à especialização da ciência em mais áreas de pesquisa e à combinação do conhecimento obtido em diversas especialidades em novos campos interdisciplinares de pesquisa. Para o ponto de vista da disciplina e da pesquisa em química, Sjöström (2006) aponta o que considera como pontos fracos para a visão clássica da química, destacando que a identidade, a retórica e a organização da química passaram de um modo “acadêmico” para um modo mais orientado a aplicações emergentes, subcampos e metacampos que atravessam a fronteira entre ciência e tecnologia em uma abordagem interdisciplinar orientada a resolução de problemas. Apesar de Balaban e Klein (2006) argumentarem que a bioquímica é mais central do que a química, há um reconhecimento indubitável de que a química é uma ciência central em seus fundamentos conceituais, e mesmo em sua investigação interdisciplinar, atuando em campos como meio ambiente, saúde, agricultura, cosmologia, materiais, biologia molecular e nanotecnologia, a química tem um “núcleo químico” e habilidades fundamentais que, portanto, podem ser conceitualmente bem distinguidas dos campos interdisciplinares, aplicados e especializados (SCHUMMER, 1998). Do ponto de vista do ensino da química, discutir questões sobre as relações entre química e biologia (e outras ciências) são fundamentais para a compreensão da própria química.

Discussões como as que estão sendo abordadas aqui podem trazer benefícios em contextos educacionais quando as disciplinas são explicitamente integradas para promover a formação de redes de significado. Em outras palavras, é importante proporcionar a compreensão da ciência como também um projeto de abordagem integrada do conhecimento e da ciência escolar dirigida a uma educação integrada, porque os alunos terão experiências sobre o mundo fora da escola. Nessa perspectiva, Izquierdo-Aymerich (2013) argumenta que a química escolar não deve ser pensada como sendo a mesma quando se trabalha com reações entre gases ou entre soluções aquosas, quando se consideram processos industriais ou de laboratório, ou quando se examina a química dos organismos, da cozinha ou de fenômenos geológicos, embora em todos esses campos as entidades e regras químicas tomem significados particulares.

Finalizamos este capítulo, destacando as potencialidades que a proposta de perfil conceitual de química pode trazer para a abertura de um espaço de reflexões sobre novas compreensões e conceitualizações da química, do ponto de vista didático, fornecendo sugestões e caminhos para a tomada de decisões curriculares e práticas educacionais. Para os professores, esta proposta sugere direções e caminhos de abordagem, que leva em conta diferentes modos de pensar e formas de falar sobre química, mais do que simplesmente um conjunto de conhecimentos estabelecidos, e sim, revelando o caráter rico e complexo do conhecimento e práticas em química.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção apresentamos algumas conclusões da nossa investigação resgatando os objetivos e problema de pesquisa. Em relação ao primeiro objetivo específico, propusemos um modelo de perfil conceitual de Química a partir do exame dialógico de dados oriundos de pesquisas em história e Filosofia da Química, de pesquisas sobre concepções de estudantes sobre a noção de “química”, bem como a investigação do contexto da sala de aula, mediante interações discursivas com licenciandos de química. Nossa hipótese inicial de que o conceito de Química admitia uma polissemia tanto no contexto científico, como no domínio da cultura geral foi verificada, a partir da investigação dos três domínios genéticos de significação desse conceito. A investigação nesses domínios sugeriu vários significados possíveis de serem estabilizados para esse conceito, sejam eles científicos ou não, desde que observado um valor pragmático nos diferentes contextos de uso.

A investigação e proposição desse perfil conceitual precisou considerar aportes teóricos e contribuições de outros campos de conhecimento, além daqueles mais comumente utilizados no programa de pesquisa, tais como, as categorias filosóficas de Bachelard (1984) e as categorias ontológicas de Chi (1992). Foi necessário buscar bases na Filosofia da Química, na Filosofia Geral e também no campo da epistemologia das ciências humanas, além de uma aproximação à psicologia comportamental. Tais incursões nesses domínios permitiram o contato com referências essenciais para a fundamentação das zonas que constituem o perfil conceitual ora proposto.

Além desse aspecto, convém mencionar a necessidade de se considerar os três tipos de compromissos que estabilizam as zonas do perfil conceitual – o ontológico, o epistemológico e o axiológico – em razão do próprio pluralismo constitutivo da química, já identificado pelas pesquisas em Filosofia da Química, bem como dos significados estabilizados desse conceito na linguagem cotidiana. E por causa dessa polissemia e pluralismo, a construção de uma matriz de significados foi de grande utilidade para sistematizar o conjunto de compromissos identificados no nosso estudo e, a partir dela, propor as zonas do perfil.

Esse perfil conceitual de Química foi aplicado de modo integrado à ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002) para a análise de interações discursivas em episódios de ensino, produzidos no contexto de atividades realizadas com licenciandos de química. Essa aplicação nos permitiu construir uma descrição dos processos de negociação de significados em termos dos compromissos que estabilizam os diferentes modos de pensar e formas de falar

acerca de química. Além desse potencial de modelar a heterogeneidade de significados, o modelo de perfil nos auxiliou a identificar indícios da explicitação e tomada de consciência de alguns licenciandos frente às distintas situações contextuais propostas, nas quais se atribuem sentido ao conceito de Química.

As zonas propostas para o perfil conceitual se mostraram úteis para a caracterização semântica das percepções envolvidas no conceito de química em diversos contextos e situações que reclamam significados para essa noção. As manifestações desses modos de pensar ficaram evidentes no discurso dos participantes da oficina no curso de licenciatura, com exceção da zona afetiva, mais largamente identificada nas pesquisas realizadas com alunos do ensino médio e em enunciados utilizados pelo público em geral.

No contexto das interações discursivas estabelecidas com os licenciandos de química investigados, pode ser observado que no discurso produzido na sala de aula surgem relações entre aspectos epistemológicos e discursivos que, a partir da análise do discurso empreendida na pesquisa, podem ser compreendidas em função do contexto e perfil dos sujeitos participantes do discurso. Tais relações nos fornecem pistas para a compreensão da dinâmica discursiva estabelecida e dos processos de significação aí experienciados.

Um primeiro aspecto a destacar é a predominância de formas de falar típicas da zona epistêmica, seguido pela zona pragmática, observados nos episódios de ensino analisados. Essa ocorrência não surpreende, visto que estamos lidando com futuros professores de química, e situados em contexto institucional de formação docente, estando em contato permanente com disciplinas teóricas e práticas da ciência química. Percebemos também que em relação à abordagem ao conteúdo do discurso pelo pesquisador, houve uma predominância do caráter descritivo, no contexto discursivo investigado, levando a momentos nos quais a prioridade era apresentar o objeto de estudo em suas características. Isso provavelmente se deu, em função do perfil dos sujeitos investigados em relação à natureza do conteúdo apresentado, em outras palavras, a demanda dos temas tratados frente a indivíduos não habituados a tal prática reflexiva.

Quanto ao aspecto das intenções e intervenções/ações do pesquisador, foi possível observar que a manifestação das diferentes perspectivas de significação do conceito é favorecida por momentos em que se dá a oportunidade de exploração das ideias dos licenciandos, bem como intervenções para verificação dos entendimentos produzidos, embora tenha havido também em muitos momentos a preocupação em selecionar significados, a partir

da identificação de percepções que evidenciavam compreensões distintas daquelas tomadas como alvo formativo.

Em relação à abordagem comunicativa predominante nas análises, foi possível observar que a escolha de estratégias que possibilitem a participação de mais de um indivíduo no contexto discursivo permite a emergência de significados diversos sobre química, enquanto que a eleição de abordagens discursivas de autoridade restringe a emergência de zonas do perfil conceitual para aquelas mais próximas do discurso científico.

O aporte teórico da Filosofia da Química como lugar privilegiado de reflexão, mostrou-se uma ferramenta útil em dois aspectos: para a fundamentação de algumas das zonas que constituem o perfil conceitual de Química e para fomentar a abordagem de reflexões nesse campo como uma estratégia promissora para a produção das próprias interações discursivas investigadas. Essa última contribuição da Filosofia da Química, para a presente pesquisa, evidenciou-se no estímulo dado ao questionamento de ideias implícitas e aceitas acriticamente, bem como para a constituição de novos modos de pensar dos licenciandos. Essa observação se apoia no fato de que em vários momentos da experiência, enunciados do tipo “nunca tinha pensado nisso antes” (para a discussão de temas como reducionismo e superveniência, por exemplo) foram evocados com bastante frequência por alguns licenciandos, assim, como manifestações de surpresa, discordância e concordância veiculadas em outras formas de linguagem além daquela tipicamente verbal.

Por outro lado, algumas das dificuldades observadas durante as discussões em torno da produção de significados da Filosofia da Química repousam em questões curriculares, didáticas, e da própria natureza da ciência, tomada no sentido geral. Em outras palavras, a abordagem de temas dessa área levanta uma pluralidade de questões e reflexões para além do aspecto filosófico. Por essa razão, reforçamos a necessidade de promover a inserção de tais elementos na formação inicial dos professores como meio para se atingir avanços tanto no conhecimento do conteúdo como também do conhecimento pedagógico do conteúdo dos futuros professores de química. Pretendemos com esse trabalho contribuir para melhor divulgar as reflexões produzidas nessa área de conhecimento, dadas a importância e implicações para o ensino de química e para a formação de professores, largamente defendidas nesse domínio de produção de conhecimento.

Por fim, apresentamos algumas sugestões e oportunidades para conectar a proposta do perfil conceitual de Química e domínios da educação em química. Nós mostramos como

algumas facetas do conhecimento químico podem ser destacadas partindo de diferentes maneiras de pensar e formas de falar sobre química. Nossa proposta teve por intenção fornecer alguns recursos para a elaboração de currículos de química e práticas de ensino dentro e fora da sala de aula, a fim de ajudar os professores na escolha de práticas, abordagens de instrução e avaliação.

Consideramos que nossa proposta pode ser útil para os professores enriquecerem as suas compreensões da química considerando diferentes modos de pensar sobre o conceito de Química. O perfil conceitual proposto sugere uma expansão das abordagens pedagógicas dos modos de pensar a química em termos de zonas. O objetivo central dessa proposta é encorajar a reflexão sobre novas formas de ensino, levando em consideração as formas de falar sobre química utilizadas tanto na sala de aula como na linguagem cotidiana.

A inovação do currículo não é um processo fácil, bem como a implementação de novas ideias depende de diversos fatores, por exemplo, a necessidade de considerar o pré-conhecimento, crenças e atitudes dos professores. No que diz respeito a isso, a proposta apresentada é frutífera como um quadro de reflexão porque está alinhada com as crenças pessoais de alguns professores acerca da química, como podemos observar ao examinar os compromissos que estabilizam as zonas do perfil conceitual proposto. Isso é importante para dar aos professores um senso de identidade com essa inovação que, por sua vez, pode ser uma inspiração para pensar em novas ideias na sala de aula.

Dado que o conhecimento pessoal dos professores tem uma influência crucial na aplicação de qualquer inovação na sala de aula, um dos fatores-chave em relação à mudança curricular são os próprios professores e esses têm um papel significativo no processo de implementação de currículos de ciências em geral. Um aspecto crucial do desenvolvimento efetivo do currículo é reconhecer os múltiplos papéis que os professores devem assumir. Nesse sentido, consideramos que o perfil conceitual de Química tem chances de ser reconhecido como parte da base de conhecimento profissional dos professores para que eles possam tomar suas próprias decisões curriculares.

Formar professores profissionais exige mais do que uma sólida compreensão dos princípios da química fundamental. Os professores precisam refletir sobre a natureza do conhecimento químico e suas práticas a partir de perspectivas filosóficas. Dado que os professores têm um papel central no desenvolvimento de materiais curriculares e estratégias de ensino, argumentamos a partir do perfil conceitual que as orientações das práticas

pedagógicas no desenvolvimento do currículo devem colocar uma maior ênfase na polissemia da química. Uma vez que o conhecimento e as crenças sobre estratégias de ensino para o ensino de química é um dos muitos aspectos da base de conhecimento pedagógico dos professores, propusemos uma articulação entre as zonas do perfil conceitual de Química e facetas do conhecimento químico.

Além disso, ainda queremos destacar outras contribuições que o perfil conceitual de Química proposto pode representar para o ensino e a formação de professores: proporcionar um recurso para aproximar a formação dos professores de química de questões filosóficas como a Filosofia da Química, o que pode contribuir para entender algumas zonas emergentes nos discursos dos alunos; aproximar esses aspectos da formação inicial de professores pode contribuir para tornar explícitas suas próprias ideias concernentes à natureza da química, bem como analisar o processo de produção de significados para conceitos científicos dentro de uma dimensão epistemológica; ter um primeiro contato com questões sobre a natureza da química, levando em conta as discussões sofisticadas no domínio da Filosofia da Química; conhecer novos modos de abordagem na disciplina em termos de formas de falar sobre o conceito; planejar, aplicar e avaliar atividades que levem em consideração as zonas do perfil conceitual.

Em conclusão, nossa proposta pretende proporcionar uma oportunidade e convite para professores de química refletirem sobre novas concepções e práticas de ensino e, assim, obter uma visão mais autêntica e abrangente do construto social que chamamos de química.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v.22, n.7, p.665-701, 2000a.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. The influence of history of science course on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.37, n.10, p.1057–1095, 2000b.
- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v.22, n.9, p.2087–2107, 2013.
- ACEVEDO, J. A. El estado actual de la naturaleza de las ciencias en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p.134-169, 2008.
- ACEVEDO, J. A. et al. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência e Educação**, v.11, n.1, p.1-15, 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**. 2001. Tese (Doutorado em Didáctica de les Ciències Experimentals) - Universitat Atonoma de Barcelona, Barcelona.
- _____. **Una introducción a la Naturaleza de la Ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales**. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.
- _____. A “semantic” view of scientific models for science education. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1593-1611, 2013.
- AGUILAR, M. B. R. **Representações sociais de alunos secundaristas do Timor-Leste quanto à dimensão escolar da química**. 2011. 184p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AIKENHEAD, G. Research into STS Science Education. **Educación Química**, v.16, n.3, p.384-397, 2005.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da alquimia à química**. São Paulo: Landy, 2001.
- ALMEIDA, T. (Org.). **Relacionamentos amorosos: o antes, o durante e o depois**. São Carlos: Compacta gráfica e editora, 2013.
- ALONSO, et al. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidade tecnocientífica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p.331-363, 2007.
- ALVAREZ, S.; SALES, J.; SECO, M. On books and chemical elements. **Foundations of Chemistry**, v.10, n.2, p.79-100, 2008.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.3, p.5-18, 2001.

_____. Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. **Educación química**, v.15, n.03, p.01-75, 2004.

_____. Uma metodologia para estudar a dinâmica entre as zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: F. M. T. DOS SANTOS; I. M. GRECA (Eds.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007, p.239-296.

ANASTAS, P. T.; KIRCHHOFF, M. M. Origins, current status, and future challenges of Green Chemistry. **Accounts Chemical Research**, v.35, n.9, p.686-694, 2002.

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press: New York, 1998.

ANDERSON, P. More is Different. **Science**, v.177, p.393-396, 1972.

AUTIDA, R. E. Perception in Chemistry of secondary students. **E-International Scientific Research Journal**, v.4, n.3, p.229-240, 2012.

BACHELARD, G. **Le matérialisme rationnel**. Paris: Les Presses universitaires de France, 3ed, 1972.

_____. **Epistemologia**. Trad. Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

_____. **A filosofia do não**. In: Os pensadores. São Paulo: Abril Cultura, 1984. p.1-87.

_____. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **O novo Espírito Científico**. Trad. Antônio José Pinto Ribeiro. Lisboa: Edições 70, 2008.

_____. **O pluralismo coerente da química moderna**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.

BADILLO, R. G.; MIRANDA, R. P. Una aproximación a un análisis histórico y social general de la alquímica. **Educación Química**, v.25, n.2, p.104-112, 2014.

BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (eds). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Dordrecht: Springer, 2006.

BAKHTIN, M. M. Discourse in the novel. In: HOLQUIST, M. (ed.). **Dialogical Imagination**. Austin: University of Texas Press, 1981.

_____. **Speech genres and other late essays**. Austin, TX: University of Texas Press, 1986.

_____. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Editora WMF Martins fontes, 2011.

_____. **Marxismo e Filosofia da linguagem**. São Paulo: Editora Hucitec, 2014.

BALABAN, A. T.; KLEIN, D. J. Is chemistry the central science? How are different sciences related? **Scientometrics**, v.69, n.3, p.615–637, 2006.

BARBOZA, J. Teoria do amor sexual: uma reflexão em torno de Platão, Schopenhauer e Freud. **Revista de Filosofia Aurora**, v.19, n.25, p.225-236, 2007.

BENFEY, T. Reflections on the Philosophy of Chemistry and a Rallying Call for Our Discipline. **Foundations of Chemistry**, v.2, n.3, p.195-205, 2000.

BENSAUDE-VINCENT, B. The chemists' style of thinking. **Ber Wissenschaftsgesch**, v.32, n.4, p.365–378, 2009.

BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. Trad. R. Gouveia. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

BENSAUDE-VINCENT, B.; SIMON, J. **Chemistry: the impure science**. London: Imperial College Press, 2008.

BERNAL, A.; DAZA, E. E. On the Epistemological and Ontological Status of Chemical Relations. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.16, n.2, p.80-103, 2010.

BERNARDES, P. O.; SILVEIRA, H. E. **Concepções de química: uma análise de figuras produzidas por alunos da educação básica**. IN: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

BLUMENTHAL, G. Kuhn and the Chemical Revolution: a re-assessment. **Foundations of Chemistry**, v.15, n.1, p.93-101, 2013.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: novo Ensino Médio**. Brasília: Semtec, 1999.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

_____. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Semtec, 2002.

BUNGE, M. Is Chemistry a branch of Physics? **Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie**, v.13, n.2, p.209-223, 1982.

CALDIN, E. F. The Structure of Chemistry in relation to the Philosophy of Science. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.8, n.2, p.103-121, 2002.

CAMPOS, S. X. et al. **Concepções prévias de alunos iniciantes no Ensino Médio a respeito de química.** IN: XIII Encontro Nacional de Química (ENEQ) Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de julho de 2006.

CARRIÃO, A. **A aquisição do conceito de função: perfil das imagens produzidas pelos alunos.** In: Anais do II Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 1998, Rio Claro, p.99-103, 1998.

CARTER, C. S.; BRICKHOUSE, N. W. What makes chemistry difficult? **Journal of Chemical Education**, v.66, n.3, p. 223-225, 1989.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: F. M. T. DOS SANTOS & I. M. GRECA (Eds.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias.** Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007, p.13-48.

CETIN, P.S., ERDURAN, S.; KAYA, E. Understanding the nature of chemistry and argumentation: the case of pre-service chemistry teachers. **Eğitim Fakültesi Dergisi**, v.11, n.4, p.41-59, 2010.

CHAGAS, A. P. **Como se faz química:** uma reflexão sobre a química e a atividade do químico, 3ª ed. Revisada. Campinas: Editora da Unicamp, 2001.

CHAMIZO, J. A. El conocimiento químico. In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofía de la Química:** aportes para la enseñanza. México: Siglo XXI, 2010, p.210-236.

_____. La imagen pública de la química. **Educación Química**, v.22, n.4, p. 320-331, 2011.

_____. Technochemistry: One of the chemists' ways of knowing. **Foundations of Chemistry**, v.15, p.157-170, 2013a.

_____. A new definition of models and modeling in chemistry's Teaching. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1613-1632, 2013b.

_____. The Role of Instruments in Three Chemical' Revolutions. **Science & Education**, v. 23, n.4, p. 955-982, 2014.

_____. The Fifth Chemical Revolution: 1973-1999. **Foundations of Chemistry**, v.19, n.2, p.157-179, 2017.

CHAMIZO, J. A.; CASTILLO, D.; PACHECO, I. La naturaleza de la química. **Educación Química**, v.23, n.E2, p.1-7, 2012.

CHASSOT, A. I. Alquimia na busca de um sincretismo. **Epistème**, v.1, n.1, p.11-45, 1996.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In GIERE, R. N. (Ed.), **Cognitive models of science.** Minneapolis, MN: University of Minnesota press, 1992, p.129-186.

CHRISTIE, J. R.; CHRISTIE, M. Chemical laws and theories: a response to Vihalemm. **Foundations of Chemistry**, v.5, n.2, p.165-174, 2003.

CINTAS, P. On the origin of tetrahedral carbon: a case for philosophy of chemistry? **Foundations of Chemistry**, v.4, n.2, p.149-161, 2002.

COBERN, W. W. Worldview theory and conceptual change in science education. **Science Education**, n.80, p.579-610, 1996.

CORIO, P. et al. A organização da ciência Química na visão de graduandos: um estudo utilizando mapas estruturais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n.1, p. 76-97, 2012.

COUTINHO, F. A. **A construção de um perfil conceitual de vida**. 2005. 183 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education Why Does it Matter? **Science & Education**, v.25, n.1-2, p.147–164, 2016.

DALGETY, J.; COLL, R. K. The influence of normative beliefs on students' enrolment choices, **Research in Science & Technological Education**, v.22, n.1, p.59-80, 2004.

DANCY, J. **Introducción a la epistemología contemporânea**. Madrid: Tecnos, 1993.

DEL RE, G. Ontological status of molecular structure. **HYLE - International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v.4, n.2, p.81-103, 1998.

_____. Models and analogies in science. **HYLE - International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v.6, n.1, p.5-15, 2000.

_____. Ethics and Science. **HYLE - International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v.7, n.2, p.85-102, 2001.

DIRAC, P. A. M. Quantum Mechanics of Many-Electron Systems. **Proceedings of the Royal Society of London, A** 123, p.714-733, 1929.

DOLU, G.; ÜREK, H. What do junior science teacher students think about chemistry? **International Journal on new trends in education and their implications**, v.5, n.2, p.178-186, 2014.

DRUZIAN, A.; RADÉ, T.; SANTOS, R. P. **Uma proposta de perfil conceitual para os conceitos de luz e visão**. In: Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências - ABRAPEC, 2007.

EARLEY, J. E. Modes of chemical becoming. **HYLE - International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v.4, n.2, p.105-115, 1998.

_____. Would introductory chemistry courses work Better with a new philosophical basis? **Foundations of Chemistry**, v.6, n.3, p.137-160, 2004.

_____. Chemical “Substances” that are not “Chemical Substances”. **Philosophy of Science**, n.73, n.5, p.841-852, 2006.

_____. A New ‘Idea of Nature’ for Chemical Education. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1775-1786, 2013.

ECHEVERRIA, J. El pluralismo axiológico de la ciencia. **Isegoría**, n.12, p.44-79, 1995.

_____. **La revolucion tecnocientífica**. Espanha: Fundo de Cultura Económica de Espanha, 2003.

EILKS, I. et al. How to allocate the chemistry curriculum between science and society. In: EILKS, I. & HOLFSTEIN, A. (Eds.). **Teaching chemistry – A studybook: A Practical Guide and Textbook for Student teachers, Teacher Trainees and Teachers**. Rotterdam: Sense Publishers, 2013, p.1-36.

EL-HANI, C. N. **Níveis da Ciência, níveis da realidade**: evitando o dilema holismo/reducionismo no ensino de ciências e biologia, 2000. 377 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural education, pragmatism, and the goals of Science teaching. **Cultural Studies of Science Education**, v.2, n.3, p.657-702, 2007.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F.; SILVA-FILHO, W. J. **As bases epistemológicas da teoria dos perfis conceituais**. In: Atas do IX ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências - ABRAPEC, 2013.

ERDURAN, S. Philosophy of Chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. **Science & Education**, v.10, n.6, p.581–593, 2001.

_____. Breaking the law: promoting domain-specificity in chemical education in the context of arguing about the periodic law. **Foundations of Chemistry**, v.9, n.3, p.247-263, 2007.

_____. Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. **Journal of Baltic Science Education**, v.8, n.1, p.5-14, 2009.

ERDURAN, S.; SCERRI, E. The nature of chemical knowledge and chemical education. In J. K. GILBERT, O. DE JONG, R. JUSTI, D. F. TREAGUST, & J. H. VAN DRIEL (Eds.), **Chemical education: Towards research-based practice** (pp. 7–27). Dordrecht: Kluwer, 2002.

ERDURAN, S.; DUSCHL, R. Interdisciplinary characterization of models and the nature of chemical knowledge in the classroom. **Studies in Science Education**, v.40, n.1, 105-138, 2004.

ERDURAN, S.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; NAAMAN, R. M. Developing epistemologically empowered teachers: Examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. **Science & Education**, v.16, n.9-10, 975–989, 2007.

ERDURAN, S.; MURGALOGLU, E. Philosophy of chemistry in chemical education: recent trends and future directions. In: Matthews, M. (ed.). **Handbook of Research on History, Philosophy and Sociology of Science**. Springer, 2013.

ESTANY, A. La Estructura fina de la revolución química del siglo XVIII. **Éndoxa: Series Filosóficas**, n.7, p. 21-42, 1996.

_____. ¿Es posible una filosofía de la química? **Investigación y Ciencia**, n.420, p.52-53, 2011.

FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza, **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, p.477-488, 2002.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977.

FIGUEIREDO, L. A. V.; SILVA, J. S. S.; ASSIS, C. M. **Revisitando concepções de química em frases do cotidiano e desenhos: o que pensam os estudantes concluintes de licenciatura em química**. In: XIII Encontro Nacional de Química (ENEQ) Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de julho de 2006.

FISCHER, H. The nature of romantic love. **The Journal of NIH (National Institutes of Health) Research**, v.6, p.59-64, 1994.

FREIRE, M. S.; AMARAL, E. M. R. **A natureza da química: uma investigação sobre compreensões de licenciandos de química**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) Águas de Lindóia, SP, de 24 a 27 de novembro de 2015.

FRIEDRICH, B. Hasn't it? A commentary on Eric Scerri's paper "Has Quantum Mechanics Explained the Periodic Table?", now published under the title "Just How Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry?". **Foundations of Chemistry**, v.6, n.1, p.117-132, 2004.

GALEGO-BADILLO, R. et al. El objeto de saber de los químicos. formulación, modificación y abandono del modelo icónico inicial. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.3, p.365-381, 2006.

GANZENMÜLLER, W. Julius Ruska. **Journal of Chemical Education**, v.26, n.8, p.399, 1949.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M.A. Estado actual y perspectiva de la Enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, v.29, n.3, p.403-412, 2011.

_____. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.30, n.1, p.23-34, 2012.

GARCIA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DIAZ, J. A. Understanding the Nature of Science Through a Critical and Reflective Analysis of the Controversy Between Pasteur and Liebig on Fermentation. **Science & Education**, v.26, n.1-2, p.65-91, 2017.

GEE, J. P.; GREEN, J. L. Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study. **Review of Research in Education**, v.23, p.119-169, 1998.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GOEDHART, M. J. A new perspective on the structure of chemistry as a basis for the undergraduate curriculum. **Journal of Chemical Education**, v.84, n.6, p.971-976, 2007.

GONÇALVES, F. C. L.; CAMARA, V. F. S.; DAL-FARRA, R. A. **Concepções de alunos ingresantes no Ensino Médio sobre química: contribuições para a prática docente**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, SP, 2015.

GROSS, E. **Particularidades do conceito de amor nas reflexões éticas de Tillich e Ricoeur**. In: Anais do congresso ANPTECRE, v.05, 2015.

GUABIRABA, S. C. S. **Formação do conceito de fração numa perspectiva histórico-crítica do ponto de vista Psicogenético Piagetiano**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.

GUERRA-RAMOS, M. T. Teachers' Ideas About the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice. **Science & Education**, v.21, n.5, p. 631-655, 2012.

HARRÉ, R. Chemical kinds and essences revisited. **Foundations of Chemistry**, v.7, n.1, p.7-30, 2005.

HARRÉ, R.; LLORED, J. P. Mereologies as the grammars of chemical discourses. **Foundations of Chemistry**, v.13, n.1, p.63-76, 2011.

HATFIELD, E.; RAPSON, R. L. **The neuropsychology of passionate love and sexual desire**. In: CUYLER, E. e M. ACKHART, M. (Eds.). Psychology of social relationships. Hauppauge, NY: Nova Science, 2009.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HOFFMANN, J. R. How the Models of Chemistry Vie. In: FINE, A.; FORBES, M.; WESSELS, L. (eds.), **PSA 1990 – Proceedings of the 1990 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association**, East Lansing, Philosophy of Science Association, v.1, p.405-419.

HOFFMANN, R. **The same and not the same**. New York: Columbia University Press, 1995.

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

HOLFSTEIN, A.; KESNER, M. Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant. **International Journal of Science Education**, v.28, n.9, p.1017-1039, 2006.

IRWIN, A. R. Historical case studies: Teaching the nature of science in context. **Science Education**, v.84, n.1, p.5-26, 2000.

IZQUIERDO-AYMERICH, M. La contribució de la teoria del flogiste a l'estructuració actual de la ciència química. Implicacions didàctiques. **Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.1, p.67-74, 1988.

_____. La transformación del átomo químico en la partícula física. Se puede realizar el proceso inverso? In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofía de la Química**: aportes para la enseñanza. México: Siglo XXI, 2010, p.169-194.

_____. School chemistry: an historical and philosophical approach. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1633-1653, 2013.

IZQUIERDO-AYMERICH, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological Foundations of School Science. **Science & Education**, v.12, n.1, p.27-43, 2003.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

JENSEN, W. One Chemical Revolution or Three? **Journal of Chemical Education**, v.75, p. 961-969, 1998.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom like they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.7, n.2, p.75-83, 1991.

_____. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v.7, n.2, p.49-63, 2006.

JUARISTI, E. Desarrollo y aplicación de la química en el siglo XXI. **Educación Química**, v.10, n.1, p.8-12, 1999.

JUSTI, R.; GILBERT, J. History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. **International Journal of Science Education**, v.22, n.9, p.993-1009, 2000.

_____. Models and modelling in chemical education. In: GILBERT, J. K.; JONG, J.; JUSTI, R.; TREAGUST, D. F.; VAN DRIEL, J., (Eds.). **Chemical Education: Towards Research-based Practice**, Dordrecht: Springer, p. 47-68, 2002.

KAUFFMAN, J. B. Quimifobia. **Educación Química**, v.3, n.2, p.140-144, 1992.

KIDANEMARIAM, D. A.; ATAGANA, H. I.; ENGIDA, T. The place of philosophy of chemistry in reducing chemical misconceptions. **African Journal of Chemical Education**, v.3, n.2, p.106-117, 2013.

KIM, J. The myth of nonreductive materialism. **Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association**, v.63, n.3, p.31-47, 1989.

KLEIN, U. Technoscience avant la letter. **Perspectives on Science**, v.13, n.2, p.226-266, 2005.

KNIGHT, D. **Ideas in chemistry**. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1992.

KOVAC, J. Gifts and commodities in chemistry. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.7, n.2, p.141-153, 2001.

_____. Theoretical and practical reasoning in chemistry. **Foundations of Chemistry**, v.4, n.2, p.163-171, 2002.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolutions**. 2ed. The University of Chicago Press: México, 1970.

LABARCA, M. La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporânea. **Redes**, v.11, n.21, p.155-171, 2005.

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

LAMZA, L. How much History can Chemistry take? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.16, n.2, p.104-120, 2010.

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

_____. Circulation of concepts. **Foundations of Chemistry**, v.1, n.3, p.225-238, 1999.

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

_____. Foundations of chemical aesthetics. **HYLE- International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.9, n.1, p.11-32, 2003.

_____. On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.12, n.1, p.99-130, 2006.

_____. Towards Teaching Chemistry as a Language. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1669-1706, 2013.

LASZLO, P.; GREENBERG, A. Falacias acerca de la química. **Educación Química**, v.1, p.29-35, 1991.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. A. **construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Trad.; Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte; Editora UFMG, 1999.

LECOURT, D. **Para una crítica de la epistemología**. 2ª ed. Siglo Veintiuno Editora, 1980.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.4, p.331-359, 1992.

_____. Teachers' understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.8, p.916-929, 1999.

_____. et al. Pre-service teachers' understanding and teaching of the nature of science: an intervention study. **Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education**, Toronto, v.1, n.2, p.135-160, 2001.

LEFRÈVE, W. Viewing chemistry through its ways of classifying. **Foundations of Chemistry**, v.14, n.1, p.25-36, 2012.

LEMES, A. F.; PORTO, P. A. **Particularidades estruturadoras da ciência Química: alguns pontos explicitados por doutorandos em Química**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Unicamp, Campinas, SP, 2011.

_____. Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.3, p.121-147, 2013.

LEWOWICZ, L.; LOMBARDI, O. Stuff vs Individuals. **Foundations of Chemistry**, v.15, n.1, p.65-77, 2013.

LIEGENER, C.; DEL RE, G. Chemistry vs. Physics, the Reduction Myth, and the Unity of Science. **Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie**, v.18, n.1, p.165-174, 1987.

LIN, H.; CHEN, C. Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history, **Journal of Research in Science Teaching**, v.39, n.9, p.773-792, 2002.

LINTHORST, J. A. An overview: origins and development of Green Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v.12, n.1, p.55-68, 2010.

LISBÔA, J. C. F. **Escolaridade e o antagonismo química-natureza: representações sociais da química**. 2002. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Química) – Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LOMBARDI, O.; LABARCA, M. The ontological autonomy of the chemical world. **Foundations of Chemistry**, v.7, n.2, p.125-148, 2005.

_____. The Philosophy of Chemistry as a new resource for Chemistry Education. **Journal of Chemical Education**, v.84, n.1, p.187-191, 2007.

LOMBARDI, O.; ROSA-PÉREZ, A. En defensa de la autonomía de la química frente a la física. Discusión de un problema filosófico. In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofía de la Química**: aportes para la enseñanza. México: Siglo XXI, 2010, p.195-209.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

_____. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. **Ciência & Educação**, v.11, n.2, p.263-278, 2005.

LUIZI, P. L. Emergence in chemistry: chemistry as the embodiment of emergence. **Foundatios of chemistry**, v.4, n.3, p.183-200, 2002.

MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v.5, n.3, p.229-245, 2004.

MATHEWS, M. R. The nature of science and science teaching. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (eds.). **International Handbook of Science Education**. Great Britain: Kluwer Academic Publishers, 1998, p.981-999.

MATTOS, C. R. Conceptual Profiles as a model of a complex world. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles**: a theory of teaching and learning scientific concepts. Dordrecht: Springer, 2014, p.263-292.

McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: An introduction. **Science & Education**, v.7, n.6, p.511-532, 1998.

MICHINEL, J. L.; ALMEIDA, M. J. P. M. **O Funcionamento da Leitura de Textos Divergentes Referentes a Energia: Perfil conceitual de Estudantes de Física**. In: VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2000, Florianópolis - SC. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2000.

MOREAU, N. J. Public Images of Chemistry. **Chemistry International**, Boston, v. 27, n. 4, p.6-9, July/Aug. 2005. Disponível em:
<<http://www.iupac.org/publications/ci/2005/2704/july05.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2015.

MORTIMER, E. F. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação. 1994.

_____. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science & Education**. V.4, n.3, p. 267-285. 1995.

_____. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, v.20, n.2, p. 200-207, 1997.

_____. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciencias: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N.. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. In: Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

_____. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**, n.30, p.111-125, 2011.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (eds.) **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht: Springer, 2014.

MORTIMER, E. F. et al. **Conceptual Profiles: theoretical-methodological bases of a research program**. In: MORTIMER, E. F. e EL-HANI, C. N. (Eds.) **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht: Springer, 2014a, p.3-34.

MORTIMER, E. F. et al. **Methodological grounds of the Conceptual Profile Research Program**. In: MORTIMER, E. F. e EL-HANI, C. N. (Eds.) **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht: Springer, 2014b, p.67-101.

NEVILLE, R. G. Christophle Glaser and the *Traité de la Chymie*, 1663. **Chymia**, v.10, p.25-52, 1965.

NEWMAN, M. Chemical Supervenience. **Foundations of Chemistry**, v.10, n.1, p.49-62, 2008.

NEWMAN, W.; PRINCIPE, L. Alchemy vs Chemistry: the etymological origins of a historiographic mistake. **Early Science and Medicine**, v.3, n.1, p.32-65, 1998.

NIAZ, M.; RODRÍGUEZ, M. Do we have to introduce history and philosophy of Science or is it already 'inside' chemistry? **Chemistry Education: research and practice in Europe**, v.2, n.2, p.159-164, 2001.

NICOLLI, A. A. **Perfil conceitual de morte e a abordagem pedagógica do ciclo de vida, no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2009.

ODELEYE, O. O. **The relationship between students' definitions of chemistry and the way they view the discipline**. 2013. 112 f. Tese (Master of Science in Chemistry). Eastern Michigan University, Ypsilanti, Michigan, 2013.

OLIVEIRA, C. S. et al. **Visão da química por alunos do ensino médio de escolas públicas de João Pessoa**. In: XIII Encontro Nacional de Química (ENEQ) Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de julho de 2006.

PAIRÓ, N. S. Redefinir y resignificar la historia de la alquimia: Marie Meurdrac. **Enseñanza de las Ciencias**, v.33, n.1, p.225-239, 2015.

PATIL, Y. The Chemistry of love. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.5, n.4, p.1317-1319, 2014.

PEREIRA, D. C. Epistemologia da Química e Estrutura e Lógica dos seus Discursos. **Química**, n.57, SPQ, Lisboa, 1995.

PEREIRA, C. S. **Um estudo das representações sociais sobre química de estudantes do ensino médio da educação de jovens e adultos paulistana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. 2012.

PESSOA-JÚNIOR, O. A classificação das diferentes posições em filosofia da ciência. **Cognitio-estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, v.6, n.1, 2009.

PLESCH, P. H. On the distinctness of chemistry. **Foundations of Chemistry**, v.1, n.1, p.6-15, 1999.

POLANYI, M. **Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press, 1958.

_____. **The tacit dimension**. New York: Doubleday & Co, 1966.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, p.211–227, 1982.

PUTZ, M. V. Big chemical ideas in context: the periodic law and Scerri's periodic table. **International Journal of chemical modeling**, v.3, n.1-2, p.15-21, 2011.

RADÉ, T. O. **Conceito de Força na Física – Evolução histórica, perfil conceitual e mudança ontológica**, 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005.

RIBEIRO, M. A. P. **Filosofia e Química: miscíveis – quais as implicações da Filosofia da Química para o Ensino de Química**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química - XIV ENEQ. Curitiba, 21 a 24 de julho, 2008.

_____. **Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma filosofia do ensino**, 2014. Tese (Doutorado em Educação. Desenvolvimento Curricular) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

RIBEIRO, M. A. P.; PEREIRA, D. C. Constitutive pluralism of chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1809-1837, 2013.

RIBEIRO, M. A. P.; PEREIRA, D. C.; BARRETO, S. **A praxis química como fundamento didático para a química: uma proposta**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 8., 2011, Campinas, Atas... Campinas, SP, 2011.

ROCHA, Z. M. et al. **Química no Universo dos alunos do ensino médio**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 5., 2005, Bauru, Atas... Bauru, SP, 2005.

ROCHEDO, A. A química da paixão. **Revista Superinteressante**, 2015. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/comportamento/a-quimica-da-paixao>> Acesso em 10/01/16.

RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, v.7, p.323-333, 2007.

ROOT-BERNSTEIN, R. Sensual chemistry: aesthetics as a motivation for research. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.9, n.1, p.33-50, 2003.

ROSA, M. I. F. P. S. **A evolução de ideias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista**, dissertação de mestrado. Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1996.

ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da Química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação**, v.11, n.2, p.253-263, 2005.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY (RSC). **Public attitudes to chemistry**. (Research report and Communication). TNS BMRB, UK, 2015.

RULEV, A. Y. Pegniochemistry as a new branch of the chemical Science. **Foundations of Chemistry**, v.17, n.1, p.79-86, 2015.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.41, n.5, p.513– 536, 2004.

SALTA, K.; TZOUGRAKI, C. Attitudes Toward Chemistry Among 11th Grade Students in High Schools in Greece. **Science Education**, v.88, n.4, p.535–547, 2004.

SANTOS, L. M. **Diez Lecciones de Epistemología**. Madrid: Acal, 1991.

SANTOS, R. P.; DOMÉNECH, A. **Uma Proposta para o Perfil Conceitual do Conceito de Massa na Física**. In: Anais do IX EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, Jaboticatubas, MG, São Paulo: SBF, 2005.

SCERRI, E. R. Has the periodic table been successfully axiomatized? **Erkenntnis**, v.47, n.2, p.229–243, 1997.

_____. On the Nature of Chemistry. **Educación Química** v.10, n.2, p.74–78, 1999.

_____. Philosophy of Chemistry – A new interdisciplinary field? **Journal of Chemical Education**, v.77, n.4, p.522-525, 2000a.

_____. Have Orbitals Really Been Observed? **Journal of Chemical Education**, v.77, n.11, p.1492-1494, 2000b.

_____. The failure of Reduction and how to resist desunity of the sciences in the contexto of Chemical Education. **Science & Education**, v.9, n.5, p.405-425, 2000c.

_____. The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v.2, n.2, p.165-170, 2001.

_____. Philosophical confusion in Chemical Education Research. **Journal of Chemical Education**, v.80, n.5, p.468-474, 2003.

_____. Normative and Descriptive Philosophy of Science and the Role of Chemistry. In: BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new Discipline**. Dordrecht: Springer, p.119-128, 2006.

SCERRI, E. R.; MCINTYRE, L. The case for the Philosophy of Chemistry. **Synthese**, v.111, n.3, p.213-232, 1997.

SCHOPENHAUER, A. **Metafísica do amor, metafísica da morte**. Tradução de Jair Barboza. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

SCHUMMER, J. Scientometric Studies on Chemistry I: the exponential growth of chemical substances, 1800-1995. **Scientometrics**, v.39, n.1, p.107-123, 1997a.

_____. Scientometric Studies on Chemistry II: aims and methods of producing new chemical Substances. **Scientometrics**, v.39, n.1, p.125-140, 1997b.

_____. Towards a philosophy of chemistry. **Journal for General Philosophy of Science**, v.28, n.2, p.307-336, 1997c.

_____. Challenging Standard Distinctions between Science and Technology: The Case of Preparative Chemistry. **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.3, p.81-94, 1997d.

_____. The chemical core of chemistry, I: A conceptual approach. **HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.4, p.129-162, 1998.

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

_____. Ethics of chemical synthesis. **HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.7, n.2, p.103-124, 2001.

_____. The philosophy of chemistry. **Endeavour**, v.27, p.37-41, 2003a.

_____. The notion of nature in chemistry. **Studies in History and Philosophy of Science**, v.34, p.705-736, 2003b.

_____. Why do chemists perform experiments? In: SOBCZYŃSKA, D.; ZEIDLER, P.; ZIELONACKA-LIS, E. (eds.): **Chemistry in the Philosophical Meldting Pot**. Frankfurt:Peter Lang, 2004, p.395-410.

_____. The philosophy of Chemistry: From infancy towards maturity. In: BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYLEE, L. (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new Discipline**. Dordrecht: Springer, p.19-39, 2006.

_____. Matter versus Form and Beyond. In: RUTHENBERG, K.; VAN BRAKEL, J. (eds.): **Stuff: The Nature of Chemical Substances**, Würzburg: Königshausen & Neumann, 2008, p. 3-18.

_____. The Philosophy of Chemistry. In: ALLHOFF, F. (ed.), **Philosophies of the Sciences**, Blackwell-Wiley, 2010, p.163-183.

_____. The methodological pluralism of Chemistry and its philosophical implications. In: SCERRI, E. R. and MCINTYRE, L. **Philosophy of Chemistry: review a current discipline**. Dordrecht: Springer, 2014.

SCHUMMER, J., BENSAUDE-VINCENT, B.; TIGGELEN, V. **The Public Image of Chemistry**. Singapore: World Scientific, 2007.

SENDUR, G., POLAT, M.; KAZANCI, C. Does a course on the history and philosophy of chemistry have any effect on prospective chemistry teachers' perceptions? The case of chemistry and the chemist. **Chemistry Education Research and Practice**, v.18, 2017.

SEPÚLVEDA, C. A. **Perfil Conceitual de Adaptação: Uma Ferramenta para Análise de Discurso de Salas de Aula de Biologia em Contextos de Ensino de Evolução**. Tese de Doutorado. Universidade Federal Da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. 2010.

SEPULVEDA C. A.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva**. In: E. F. MORTIMER (ed.), Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte, MG: ABRAPEC. 2007.

_____. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em ensino de ciências**, v.18, n.2, p.439-479, 2013.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p.4-14, 1986.

_____. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, **Harvard Educational Review**, v.57, p.1-22, 1987.

SILVA, F. A. R. **O perfil conceitual de vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação. 2006.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n.3, p. 53-72, 2013.

SILVA, R. M. G.; PINHEIRO, J. S. **Investigando a percepção de "Química" dos alunos de EJA**. In: XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2006, Campinas. XIII ENEQ Educação em Química no Brasil 25 anos de ENEQ. Campinas: UNICAMP, 2006.

SJÖSTRÖM, J. Beyond classical chemistry: Subfields and metafields of the molecular sciences. **Chemistry International**, v.28, p.9–15, 2006.

_____. The Discourse of Chemistry (and Beyond). **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.13, n.2, p.83-97, 2007.

_____. Towards *Bildung*-Oriented Chemistry Education. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1873-1890, 2013.

SJÖSTRÖM, J.; TALANQUER, V. Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization. **Journal of Chemical Education**, v.91, n.8, p.1125–1131, 2014.

SOLSONA, N.; IZQUIERDO, M.; DE JONG, O. Un Estudio de la Evolución de los Perfiles Conceptuales del Alumnado sobre la Reacción Química. **Revista de Educación en Ciencias**, v.2, n.1, p.44-48, 2001.

SOUKUP, R. W. Historical aspects of the chemical bond: Chemical relationality versus physical objectivity', **Monatshefte für Chemie**, v.136, n.6, p.803-813, 2005.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. History and Epistemology of Science in the Classroom: The Synthesis of Quinine as a Proposal. **Journal of Chemical Education**, v.89, n.1, p.58–63, 2012.

STEIN, R. L. Towards a process Philosophy of Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.10, n.1, p.5-22, 2004.

TABER, K. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v.14, n.2, p.156-168, 2013.

TALA, S. Knowledge building expertise: nanomodeller's Education as an example. **Science & Education**, v.22, n.3, p.1323-1346, 2013.

TALANQUER, V. Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. **Journal of Chemical Education**, v.83, n.5, p.811-816, 2006.

_____. Química: quien éres, a donde vas y como te alcanzamos. **Educación Química**, v.20, n.E, p.220-226, 2009.

_____. Química Agazapada. In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofía de la Química**: aportes para la enseñanza. México: Siglo XXI, 2010, p.142-155.

_____. School chemistry: the need for transgression. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1757-1773, 2011a.

_____. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v.33, n.2, p.179-195, 2011b.

_____. Chemistry education: ten facets to shape us. **Journal of Chemical Education**, v.90, n.7, p.832-836, 2013.

_____. Central ideas in chemistry: An alternative perspective. **Journal of Chemical Education**, v.93, n.1, p.3–8, 2016.

TALANQUER, V.; POLLARD, J. Let’s teach how we think instead of what we know. **Chemistry Education Research and Practice**, v.11, n.2, p.74-83, 2010.

TERUYA, L. C. et al. Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. **Química Nova**, v. 36, n.10, p.1561-1569, 2013.

THALOS, M. The lens of Chemistry. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1707-1721, 2013.

THEOBALD, D. W. Some considerations on the philosophy of chemistry. **Chemical Society Reviews**, v.5, p.203–213, 1976.

TOBIN, E. Chemical laws, idealization and approximation. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1581-1592, 2013.

TONTINI, A. Developmental aspects of contemporary chemistry: some philosophical reflections. **HYLE – International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v.5, n.1, p.57-76, 1999.

TOSI, L. Marie Meurdrac, química paracelsiana e feminista do século XVII. **Química Nova**, v.19, n.4, p.440-444, 1996.

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

_____. On the Neglect of the Philosophy of Chemistry. **Foundations of Chemistry**, n.1, p.111–174, 1999.

_____. The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity. In Baird, D., Scerri, E & McIntyre, L. (Eds.), **Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline**. Boston Studies in the Philosophy of Science series. Dordrecht: Kluwer, 2006.

_____. Philosophy of Science and Philosophy of Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.20, n.1, p.11-57, 2014.

VANCIK, H. Opus Magnum: an outline for the philosophy of chemistry. **Foundations of Chemistry**, v.1, n.3, p.239-254, 1999.

VANDENBERGHE, F. Amando o que conhecemos: notas para uma epistemologia histórica do amor. **Ciências Sociais Unisinos**, v.42, n.1, p.65-71, 2006.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; DE VOS, W. Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, n.6, p.673-695, 1998.

VAN DRIEL, J. H.; BULTE, A. M. W.; VERLOOP, N. The relationships between teachers' general beliefs about teaching and learning and their domain specific curricular beliefs. **Learning and Instruction**, v.17, n.2, p.156-171, 2007.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. Concepciones de profesores en formación inicial sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología. **Tecnología & Cultura**, n.13, p.18-28, 2008.

VEMULAPALLI, G. K.; BYERLY, H. Remnants of reductionism. **Foundations of Chemistry**, v.1, n.1, p.17-41, 1999.

VESTERINEN, V.; ASKELA, M. Design of chemistry teacher education course on nature of science. **Science & Education**, v.22, n.9, p.2193-2225, 2013.

VIHALEMM, R. Are laws of nature and scientific theories peculiar in chemistry? Scrutinizing Mendeleev's Discovery. **Foundations of Chemistry**, v.5, n.1, p.7-22, 2003.

_____. Philosophy of chemistry and the image of Science. **Foundations of Science**, v.12, n.3, p.223-234, 2007.

_____. The autonomy of Chemistry: old and new problems. **Foundations of Chemistry**, v.13, n.2, p.97-107, 2011.

VILCHES, A.; GIL-PEREZ, D. Creating a Sustainable Future: Some Philosophical and Educational Considerations for Chemistry Teaching. **Science & Education**, v.22, n.7, p.1857-1872, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: The development of higher psychological process**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

_____. The genesis of higher mental functions. In: WERTSCH, J. V. (Ed.), **The concept of activity in Soviet psychology**. Armonk, NY: Sharpe, 1981, p.144-188.

_____. Thinking and Speech. In: RIEBER, R. W.; CARTON, A. S. (Eds.) **The Collected Works of L.S. Vygotsky Problems of general psychology**. v.1 (Trad. MINICK, N.). New York: Plenum Press, 1987, p.39-285.

_____. **A construção do pensamento e da Linguagem**. Sao Paulo: Martins Fontes. 2001.

WAHBEH, N.; ABD-EL-KHALICK, F. Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: teachers' nature of science pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, v.36, n.3, p.425-466, 2014.

WARDENCKI, W.; CURYLO, J.; NAMIEGNIK, J. Green Chemistry — Current and Future Issues. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.14, n.4, p.389-395, 2005.

WEINGART, P. Chemists and their Craft in Fiction film. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.12, n.1, p.31-44, 2006.

WEININGER, S. J. The molecular structure conundrum: can classical chemistry be reduced to quantum chemistry? **Journal of Chemical Education**, v.61, n.11, p.939-944, 1984.

WELLS, G. Learning to use scientific concepts. **Cultural Studies of Science Education**, n.3, p.329-350, 2008.

WHITEHEAD, A. N. **Process and Reality: an essay in cosmology**. New York: Macmillan, 1978.

WINOGRAD, M. Freud é monista, dualista ou pluralista? **Ágora**, v.7, n.2, p.203-220, 2004.

WOODY, A. I. Putting quantum mechanics to work in chemistry: the power of diagrammatic representation. **Philosophy of science**, v.67, p.612-627, 2000.

ZAIANE, N. **Conceptual profile of pupils and students of the radiation**. In: 4th ESERA Conference, Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003.

ZATERKA, L. Robert Boyle e a química experimental o ensaio do nitro: alguns aspectos relacionados à polêmica com Espinosa. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v.11, n.1, p.63-80, 2001.

_____. Os limites do projeto epistemológico de Robert Boyle: as verdades acima da razão. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v.12, n.1-2, p.209-223, 2002.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science Education**, v.89, n.3, p.357-377, 2005.

ZEIDLER, P. The epistemological status of theoretical models of molecular structure. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.6, n.1, p.17-34, 2000.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

INSTITUTO DE QUÍMICA – IQ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Pelo presente instrumento, eu, abaixo identificado, autorizo voluntariamente ao docente do Instituto de Química, prof. Melquesedeque da Silva Freire, a utilizar a imagem e som da minha voz, bem como as informações por mim fornecidas, em mídias impressas e digitais, produzidas durante o minicurso “Contribuições da Filosofia e História da Química para a análise das dificuldades de aprendizagem dos estudantes”, com a única finalidade de utilização em análise de dados de pesquisa, realizada sob rigoroso padrão ético e de respeito aos sujeitos, ficando minha identidade preservada e que, se assim o desejar, terei acesso livre e direito ao material produzido. A pesquisa a qual faz referência este termo situa-se em seu projeto de doutorado que busca analisar a construção de saberes docentes relacionados à natureza do conhecimento químico.

Assinatura

Matrícula

Natal/RN, ____ de _____ de 2015

APÊNDICE B – PROGRAMAÇÃO DO MINICURSO: ETAPA DE APROXIMAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Propostas para as atividades do Minicurso

MINICURSOS DO IQ – UFRN 2014.2 – 21/07 a 24/07

Minicurso: A natureza do conhecimento químico e o ensino de química

Atividade I (21/07): A autonomia da química	
Objetivos:	- Analisar concepções sobre o lugar da química enquanto ciência e sua relação com a física.
Temas da filosofia da química explorados:	Reduccionismo; redução ontológica e epistemológica, quantitativa e qualitativa.
<p>Etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falar em linhas gerais sobre o minicurso e o trabalho de pesquisa. Solicitar a assinatura dos termos de compromisso. - Iniciar com a discussão sobre um conceito para a química - Aplicar o questionário diagnóstico introdutório: <ol style="list-style-type: none"> a. O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”? b. Para você, o que a química, enquanto ciência se interessa por estudar? c. Em sua opinião, o que distingue o objeto de estudo da química das outras ciências da natureza, como a física, por exemplo? d. Na sua visão, que importância tem a química na sociedade contemporânea? - ATIVIDADE 1: preencher fichas a partir da análise das afirmações e expressar seu grau de acordo com as mesmas (0, para desacordo total; 1, para concordância parcial; 2, para concordância total), justificando a escolha: <p>AFIRMATIVA A: A totalidade da química pode ser explicada pelas leis da física, especialmente as da mecânica quântica. Quando analisados em profundidade os objetos de trata a química (os átomos, elétrons, moléculas) não passam de entidades físicas.</p> <p>AFIRMATIVA B: Podemos tomar a física como sendo a ciência “fundamental” que representa a realidade tal como é em si mesma, a química seria uma disciplina meramente “fenomenológica” que apenas descreve a realidade tal como ela se apresenta.</p> <p>AFIRMATIVA C: A primeira vista, a química se inclui na física porque os sistemas químicos parecem ser um tipo especial de sistemas físicos. Mas, esta impressão é incorreta, porque o que é físico em relação aos sistemas químicos são seus componentes em lugar do sistema em si mesmo, uma vez que este possui propriedades emergentes além de propriedades físicas.</p> - Socializar as respostas de alguns participantes. - Problematizar a discussão a partir de contra exemplos apresentados na literatura. - Introduzir as ideias do problema da redução no âmbito da filosofia da química e analisar conceitos químicos peculiares que NÃO podem ser reduzidos à física. - Sistematização da discussão: argumentos da Filosofia da Química contra o reduccionismo da Química à Física (Epistemológico e Ontológico). 	

Atividade II (22/07): Os objetos de que trata a química	
Objetivos:	- Analisar concepções sobre o uso e o papel dos modelos utilizados pela química na elaboração de explicações para o seu objeto de estudo.
Temas da filosofia da química explorados:	Realismo; metafísica das entidades químicas; modelos e explicações em química.
<p>Etapas:</p> <p>- Utilização da matéria “Cientistas capturam imagem de reação química pela primeira vez”. Publicada em 2013.</p> <p>- Explorar a contradição:</p> <p>Se átomos não podem ser visto dada a sua pequena dimensão e de que, desde um ponto de vista quântico, a noção de estrutura química carece por completo de significado dada a indeterminação da posição e da trajetória dos componentes moleculares, como é possível que os cientistas tenha capturado uma imagem de uma reação química? O que os cientistas realmente viram?</p> <p>- Solicitar uma explicação por escrito para a aparente contradição.</p> <p>- Etapa final: apresentação e sistematização dos diferentes pontos de vista acerca do realismo das entidades químicas. Discussão da matéria a luz da filosofia da química.</p>	
Atividade III (23/07): As leis da química	
Objetivos:	Analisar concepções acerca do caráter das leis da química: suas particularidades e diferenças em relação às leis da física.
Tema da filosofia da química explorado:	O <i>status</i> epistemológico das leis químicas.
<p>- Levantamento de ideias sobre o que é uma “lei científica”; Solicitar uma resposta por escrito:</p> <p style="text-align: center;">QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO:</p> <p>- Como você define o que é uma lei científica?</p> <p>- Que leis científicas você conhece?</p> <p>- Que leis científicas da química você conhece? Dê exemplos.</p> <p>- As leis da química possuem alguma peculiaridade que as diferenciem das leis da física?</p> <p>- Tema a ser discutido: a Lei Periódica. 1. Breve histórico. 2. Questão para discussão coletiva.</p> <p>- <i>Questão para discussão coletiva:</i> que diferenças podem-se apontar entre a “lei periódica” e outras leis da ciência, por exemplo, as leis de movimento de Newton?</p> <p>- Sistematização: discussão dos aportes da Filosofia da Química sobre o caráter epistemológico das leis da química, em especial, a lei periódica.</p>	
Atividade IV (24/07): A ética na química	
Objetivos:	Analisar argumentos dos participantes sobre a imagem pública da química e como defendem a importância de sua disciplina para o desenvolvimento da sociedade atual.
Tema da filosofia da química explorado:	Ética na química.
<p>1. Iniciar com a discussão das principais questões da “ética na química”: a explosão de publicações na química; explorar casos de plágio e replicação de trabalhos. Extrair exemplos do artigo “a ciência que não ensinamos” da REEC ou “publica ou morre”.</p>	

Adentrar na discussão da imagem pública da química: mostrar os estereótipos da química e sua imagem pública na sociedade, na história e atualmente.

2. **Atividade:** propor que os participantes elaborem uma carta endereçada a professores de química na tentativa de minimizar esta imagem.

Ler esta carta em público e socializar as impressões (gravar em áudio e vídeo a apresentação dos participantes).

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

INSTITUTO DE QUÍMICA

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1. O que lhe vem à mente quando ouve a palavra “química”?

2. Analise as expressões a seguir:

“Produto totalmente natural - não possui Química”

“Produto sem Química - não faz mal à saúde”

Você concorda com tais afirmações? Por quê?

3. Com suas palavras, explique que diferenças e semelhanças existem entre a Química e a Física.

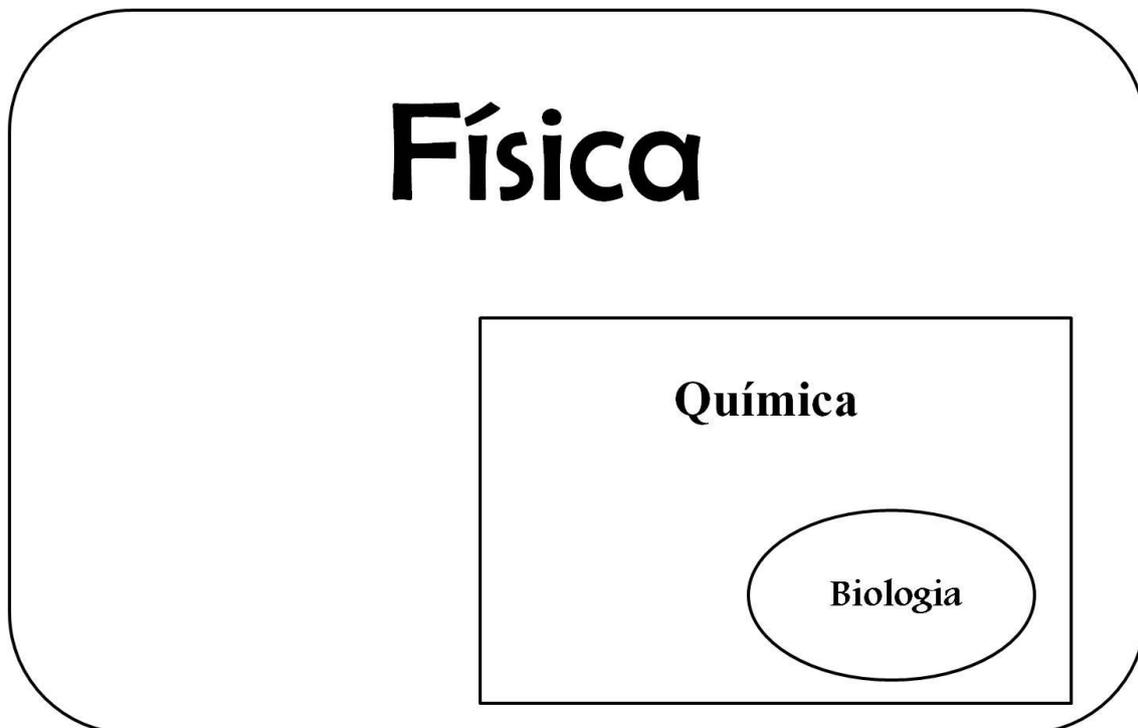
4. Como você compreende o sentido da palavra “química” nesta frase?

“rolou uma química entre eles dois”

5. Você pode citar outros exemplos e situações nos quais a palavra “química” é utilizada?

6. Para você, que importância, aplicações e benefícios tem a química para a sociedade?

**APÊNDICE D – REPRESENTAÇÃO UTILIZADA NA OFICINA PARA
INTRODUZIR DISCUSSÃO SOBRE REDUACIONISMO**



APÊNDICE E – INSTRUMENTO CORE UTILIZADO NA OFICINA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
 INSTITUTO DE QUÍMICA - PROGRAMA DE FORMAÇÃO COMPLEMENTAR 2015.2
Minicurso: Contribuições da Filosofia e História da Química para a análise das dificuldades de aprendizagem dos estudantes

ATIVIDADE: selecionem um conteúdo químico, conceito, ou tema que permita a abordagem de elementos da natureza do conhecimento químico discutidos no minicurso e preencham o instrumento “CoRe” abaixo.

Nível/Série para o qual este “CoRe” é projetado:	Conteúdo específico selecionado:			
	Ideias/Conceitos centrais relacionados a esse conteúdo			
	I:	II:	III:	IV:
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre esta ideia?				
2. Por que é importante para os alunos aprenderem esta ideia?				
3. O que mais você sabe sobre esta ideia?				
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?				
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos alunos tem influência no seu ensino sobre esta ideia?				
6. Que outros fatores influenciam no ensino desta				

ideia?				
7. Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?				
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre essa ideia?				

ANEXO A – ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFRN NA MODALIDADE PRESENCIAL – MATUTINO

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

 UFRN Portal do Docente	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS EXIBIDO EM 29/02/2016 18:26	
---	---	---

DADOS DA ESTRUTURA CURRICULAR

Código: 01B				
Matriz Curricular: QUÍMICA - NATAL - LICENCIATURA - Presencial - M				
Unidade de Vinculação: CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (12.00)				
Município de funcionamento: NATAL - RN				
Período Letivo de Entrada em Vigor: 2011 . 1				
Carga Horária Mínima:	Obrigatória 2925h	Optativas 240h	Complementar h	Total 3165h
Créditos Obrigatórios: 153cr Total - (30cr Práticos) / (123cr Teóricos)				
Carga Horária Obrigatória: 2915h Total - (1050h Práticas) / (1865h Teóricas)				
Carga Horária Obrigatória de Atividade Acadêmica Específica: 620 hrs				
Carga Horária de Componentes Eletivos: Máxima (240 horas)				
Carga Horária por Período Letivo: Mínima (180 horas)				
Créditos por Período Letivo: Mínimo 12 Médio 26 Máximo 30				
Prazos em Períodos Letivos: Mínimo 7 Médio 8 Máximo 12				
Componentes Optativos				
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza	
ADM0523 EMPREENDEDORISMO E PLANO DE NEGÓCIOS - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
ARQ0002 DESENHO TECNICO - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
BIB0001 METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTIFICO - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
DAE0016 ENADE - INGRESSANTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO	
DAE0019 ENADE - CONCLUINTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO	
DGE0210 EDUCACAO AMBIENTAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
DIM0320 ALGORITMO E PROGRAMACAO DE COMPUTADORES - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
ECO0311 ECONOMIA PARA ENGENHARIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EDU0587 INTRODUCAO A EDUCACAO ESPECIAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EDU0671 COMUNICACAO VISUAL - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EST0242 ESTATISTICA APLICADA A QUIMICA - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
FIL0923 FILOSOFIA DA CIENCIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
LET0029 LINGUA INGLESA IX - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
LET0030 LINGUA INGLESA X - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
MAT0347 CÁLCULO APLICADO - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
PSI0601 PSICOLOGIA DA ADOLESCENCIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

QUI0055	ENERGIAS ALTERNATIVAS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0059	FUNDAMENTOS DE PERFURAÇÃO E CIMENTAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0061	PATENTES - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0088	PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0335	CORROSAO DOS MATERIAIS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0610	QUIMIOMETRIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0614	QUIMICA INORGANICA III - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0616	QUÍMICA DOS ELEMENTOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0617	SÍNTESE INORGÂNICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0618	MECANISMOS DE REAÇÕES INORGÂNICAS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0623	BIORGANICA - 45h (3cr)	45h (3cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0625	QUÍMICA DOS POLÍMEROS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0627	QUÍMICA DOS ORGANOMETÁLICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0633	RADIOQUIMICA - 45h (3cr)	45h (3cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0634	QUÍMICA QUÂNTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0635	TERMODINÂMICA ESTATÍSTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0636	INTRODUÇÃO À ESPECTROSCOPIA ATÔMICA E MOLECULAR - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0639	FUNDAMENTOS DE EXPLORACAO E PRODUCAO DE PETROLEO E GAS NAT. - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0640	REOLOGIA APLICADA À FLUIDOS DE PERFURAÇÃO - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0641	FÍSICO-QUÍMICA DE SUPERFÍCIES E INTERFACES APLICADA AO PETRÓLEO E GÁS NATURAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0650	SEMINÁRIOS SOBRE O PETRÓLEO, O GÁS NATURAL E SEUS COMPONENTES - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0652	SEGURANÇA E SAÚDE EM LABORATÓRIO (MEIO AMBIENTE) - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0654	CRAQUEAMENTO E CATÁLISE DO PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0656	TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0657	AGENTES TENSOATIVOS APLICADOS NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0658	INTRODUÇÃO ÀS OPERAÇÕES UNITÁRIAS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0670	QUÍMICA INDUSTRIAL I: PROCESSOS QUÍMICOS INORGÂNICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0671	QUÍMICA INDUSTRIAL III: PROCESSOS BIOQUÍMICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0673	QUÍMICA INDUSTRIAL IV: PROCESSOS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0674	QUÍMICA INDUSTRIAL II: PROCESSOS QUÍMICOS ORGÂNICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	BLOCO	OPTATIVO

CH Total: 2610hrs.

Componentes Complementares				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
CH Total: 0hrs.				
1º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
FPE0680	FUNDAMENTOS SÓCIO-FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
LET0301	PRÁTICA DE LEITURA E PRODUÇÃO DE TEXTOS I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
MAT0319	ALGEBRA LINEAR BÁSICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
MAT0345	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0066	SEMINÁRIOS EM EDUCAÇÃO QUÍMICA - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0600	QUÍMICA FUNDAMENTAL I - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 390hrs.				
2º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
FIS0601	INTRODUÇÃO A MECÂNICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
MAT0346	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0085	ENSINO DE QUÍMICA I - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0087	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA QUÍMICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0601	QUÍMICA FUNDAMENTAL II - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0611	QUÍMICA INORGÂNICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 435hrs.				
3º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0683	DIDÁTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FIS0603	INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0079	ENSINO DE QUÍMICA II - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0603	QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA - 90h (6cr)	60h (4cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0612	QUÍMICA INORGÂNICA II - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0620	QUÍMICA ORGÂNICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 375hrs.				
4º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0681	FUNDAMENTOS DA PSICOLOGIA EDUCACIONAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FIS0604	ONDAS E ÓPTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0322	QUÍMICA INORGÂNICA EXPERIMENTAL - 30h (2cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0621	QUÍMICA ORGÂNICA II - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0622	QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula		

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

		60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0630	TERMODINAMICA QUIMICA E EQUILIBRIO - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 360hrs.				
5º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0155	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES I (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0080	ENSINO DE QUÍMICA III - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0084	ELETROQUÍMICA E CINÉTICA QUÍMICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0604	QUIMICA ANALITICA QUANTITATIVA - 90h (6cr)	60h (4cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0632	FISICO-QUIMICA EXPERIMENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 385hrs.				
6º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0156	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES II (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
GEO0043	MINERALOGIA APLICADA - 90h (6cr)	45h (3cr) aula 45h (3cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0081	ENSINO DE QUÍMICA IV - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0083	MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE ANÁLISES - 90h (6cr)	60h (4cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0644	QUIMICA AMBIENTAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 385hrs.				
7º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0087	LINGUA BRASILEIRA DE SINAIS - LIBRAS - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDU0157	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES III (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
FPE0682	ORGANIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0082	ENSINO DE QUÍMICA V - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 265hrs.				
8º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0158	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO MÉDIO (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0078	SEMINÁRIOS DE ESTÁGIOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - 30h (0cr)	20h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0999	ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS - 200h (0cr)	0h (0cr) aula 200h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
CH Total: 330hrs.				

ANEXO B – ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFRN NA MODALIDADE PRESENCIAL – NOTURNO

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

 UFRN <small>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</small> Portal do Docente	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS EMITIDO EM 29/02/2016 18:27	
--	--	---

DADOS DA ESTRUTURA CURRICULAR

Código: 02A				
Matriz Curricular: QUÍMICA - NATAL - LICENCIATURA - Presencial - N				
Unidade de Vinculação: CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (12.00)				
Município de funcionamento: NATAL - RN				
Período Letivo de Entrada em Vigor: 2011 . 1				
Carga Horária Mínima:	<i>Obrigatória</i>	<i>Optativas</i>	<i>Complementar</i>	<i>Total</i>
	2925h	240h	h	3165h
Créditos Obrigatórios: 153cr Total - (30cr Práticos) / (123cr Teóricos)				
Carga Horária Obrigatória: 2915h Total - (1050h Práticas) / (1865h Teóricas)				
Carga Horária Obrigatória de Atividade Acadêmica Específica: 620 hrs				
Carga Horária de Componentes Eletivos: Máxima (240 horas)				
Carga Horária por Período Letivo: Mínima (180 horas)				
Créditos por Período Letivo: Mínimo 12 Médio 26 Máximo 30				
Prazos em Períodos Letivos: Mínimo 8 Médio 10 Máximo 15				
Componentes Optativos				
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza	
ADM0523 EMPREENDEDORISMO E PLANO DE NEGÓCIOS - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
ARQ0002 DESENHO TECNICO - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
BIB0001 METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTIFICO - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
DAE0016 ENADE - INGRESSANTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO	
DAE0019 ENADE - CONCLUINTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO	
DGE0210 EDUCACAO AMBIENTAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
DIM0320 ALGORITMO E PROGRAMACAO DE COMPUTADORES - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
ECO0311 ECONOMIA PARA ENGENHARIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EDU0587 INTRODUCAO A EDUCACAO ESPECIAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EDU0671 COMUNICACAO VISUAL - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
EST0242 ESTATISTICA APLICADA A QUIMICA - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
FIL0923 FILOSOFIA DA CIENCIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
LET0029 LINGUA INGLESA IX - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
LET0030 LINGUA INGLESA X - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
MAT0347 CÁLCULO APLICADO - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	
PSI0601 PSICOLOGIA DA ADOLESCENCIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO	

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

QUI0055	ENERGIAS ALTERNATIVAS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0059	FUNDAMENTOS DE PERFURAÇÃO E CIMENTAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0061	PATENTES - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0088	PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0335	CORROSAO DOS MATERIAIS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0610	QUIMIOMETRIA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0614	QUIMICA INORGANICA III - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0616	QUÍMICA DOS ELEMENTOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0617	SÍNTESE INORGÂNICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0618	MECANISMOS DE REAÇÕES INORGÂNICAS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0623	BIORGANICA - 45h (3cr)	45h (3cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0625	QUÍMICA DOS POLÍMEROS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0627	QUÍMICA DOS ORGANOMETÁLICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0633	RADIOQUIMICA - 45h (3cr)	45h (3cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0634	QUÍMICA QUÂNTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0635	TERMODINÂMICA ESTATÍSTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0636	INTRODUÇÃO À ESPECTROSCOPIA ATÔMICA E MOLECULAR - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0639	FUNDAMENTOS DE EXPLORACAO E PRODUCAO DE PETROLEO E GAS NAT. - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0640	REOLOGIA APLICADA À FLUIDOS DE PERFURAÇÃO - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0641	FÍSICO-QUÍMICA DE SUPERFÍCIES E INTERFACES APLICADA AO PETRÓLEO E GÁS NATURAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0650	SEMINÁRIOS SOBRE O PETRÓLEO, O GÁS NATURAL E SEUS COMPONENTES - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0652	SEGURANÇA E SAÚDE EM LABORATÓRIO (MEIO AMBIENTE) - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0654	CRAQUEAMENTO E CATÁLISE DO PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0655	SÍNTESE DE PRODUTOS PETROQUÍMICOS - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0656	TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO - 60h (4cr)	30h (2cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0657	AGENTES TENSOATIVOS APLICADOS NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0658	INTRODUÇÃO ÀS OPERAÇÕES UNITÁRIAS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0670	QUÍMICA INDUSTRIAL I: PROCESSOS QUÍMICOS INORGÂNICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0671	QUÍMICA INDUSTRIAL III: PROCESSOS BIOQUÍMICOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
QUI0673	QUÍMICA INDUSTRIAL IV: PROCESSOS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
CH Total: 2610hrs.				

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

Componentes Complementares				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
CH Total: 0hrs.				
1º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
LET0301	PRÁTICA DE LEITURA E PRODUÇÃO DE TEXTOS I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
MAT0345	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0066	SEMINÁRIOS EM EDUCAÇÃO QUÍMICA - 30h (2cr)	30h (2cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0600	QUÍMICA FUNDAMENTAL I - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 270hrs.				
2º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
MAT0319	ÁLGEBRA LINEAR BÁSICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
MAT0346	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0085	ENSINO DE QUÍMICA I - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0601	QUÍMICA FUNDAMENTAL II - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 285hrs.				
3º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
FIS0601	INTRODUÇÃO A MECÂNICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FPE0680	FUNDAMENTOS SÓCIO-FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0603	QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA - 90h (6cr)	60h (4cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0611	QUÍMICA INORGÂNICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 300hrs.				
4º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0683	DIDÁTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FIS0603	INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0079	ENSINO DE QUÍMICA II - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0322	QUÍMICA INORGÂNICA EXPERIMENTAL - 30h (2cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0612	QUÍMICA INORGÂNICA II - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0620	QUÍMICA ORGÂNICA I - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 315hrs.				
5º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
FIS0604	ONDAS E ÓPTICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0080	ENSINO DE QUÍMICA III - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0604	QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA - 90h (6cr)	60h (4cr) aula	DISCIPLINA	OBRIGATORIO

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

		30h (2cr) lab.		
QUI0621	QUIMICA ORGANICA II - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0622	QUIMICA ORGANICA EXPERIMENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 315hrs.				
6º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0681	FUNDAMENTOS DA PSICOLOGIA EDUCACIONAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0087	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA QUÍMICA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0630	TERMODINAMICA QUIMICA E EQUILIBRIO - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 210hrs.				
7º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0155	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES I (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
FPE0682	ORGANIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0084	ELETROQUÍMICA E CINÉTICA QUÍMICA - 90h (6cr)	90h (6cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0632	FISICO-QUIMICA EXPERIMENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 310hrs.				
8º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0156	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES II (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0081	ENSINO DE QUÍMICA IV - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0083	MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE ANÁLISES - 90h (6cr)	60h (4cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0644	QUIMICA AMBIENTAL - 60h (4cr)	60h (4cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 295hrs.				
9º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0087	LINGUA BRASILEIRA DE SINAIS - LIBRAS - 60h (4cr)	45h (3cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDU0157	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES III (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
GEO0043	MINERALOGIA APLICADA - 90h (6cr)	45h (3cr) aula 45h (3cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
QUI0082	ENSINO DE QUÍMICA V - 45h (3cr)	15h (1cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 295hrs.				
10º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDU0158	ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO MÉDIO (QUIMICA) - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 100h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0078	SEMINÁRIOS DE ESTÁGIOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - 30h (0cr)	20h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
QUI0999	ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS -	0h (0cr) aula	ATIVIDADE INTEGRADORA	OBRIGATORIO

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

200h (0cr)

200h (0cr) lab. DE FORMAÇÃO

CH Total: 330hrs.

SIGAA | Superintendência de Informática - (84) 3215-3148 | Copyright © 2006-2016 - UFRN - sistemas17b.info.ufm.br.sistemas17bi2

ANEXO C – ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UFRN NA MODALIDADE A DISTÂNCIA

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

 Portal do Docente	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS EMITIDO EM 29/02/2016 18:29	
---	--	---

DADOS DA ESTRUTURA CURRICULAR

Código: 01B			
Matriz Curricular: QUÍMICA - NATAL - LICENCIATURA - A Distância - MTN			
Unidade de Vinculação: CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (12.00)			
Município de funcionamento: NATAL - RN			
Período Letivo de Entrada em Vigor: 2012 . 1			
Carga Horária Mínima:	<i>Obrigatória</i>	<i>Optativas</i>	<i>Complementar</i>
	2910h	0h	h
Total 2910h			
Créditos Obrigatórios: 154cr Total - (154cr Práticos) / (0cr Teóricos)			
Carga Horária Obrigatória: 2510h Total - (2510h Práticas) / (0h Teóricas)			
Carga Horária Obrigatória de Atividade Acadêmica Específica: 200 hrs			
Carga Horária de Componentes Eletivos: <i>Máxima</i> (240 horas)			
Carga Horária por Período Letivo: <i>Mínima</i> (1 horas)			
Créditos por Período Letivo: <i>Mínimo</i> 4 <i>Médio</i> 16 <i>Máximo</i> 24			
Prazos em Períodos Letivos: <i>Mínimo</i> 8 <i>Médio</i> 8 <i>Máximo</i> 12			
Componentes Optativos			
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza
DAE0016 ENADE - INGRESSANTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO
DAE0019 ENADE - CONCLUINTE - 0h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OPTATIVO
DFS5020 A VIDA NO AMBIENTE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
DHG0023 LEITURA, INTERPRETAÇÃO E PRODUÇÃO DE TEXTOS - 75h (5cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OPTATIVO
CH Total: 135hrs.			
Componentes Complementares			
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza
CH Total: 0hrs.			
1º Nível			
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDF0001 CIÊNCIAS DA NATUREZA E REALIDADE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDM0001 MATEMATICA E REALIDADE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDM0002 GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 15h (1cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FPD0001 EDUCAÇÃO E REALIDADE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
PED5001 INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 45h (3cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 330hrs.			
2º Nível			
Componente Curricular	CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDM0003 PRE-CÁLCULO - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

EDM0004	GEOMETRIA ANALITICA E NUMEROS COMPLEXOS - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0001	ARQUITETURA ATOMICA E MOLECULAR - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0002	MEDIDAS E TRANSFORMACOES QUIMICAS - 30h (2cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FPD0003	FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 300hrs.				
3º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDF0002	FISICA E MEIO AMBIENTE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDM0006	CALCULO I - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0003	DIVERSIDADE QUIMICA DO AMBIENTE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0005	INSTRUMENTACAO PARA O ENSINO DE QUIMICA I - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0006	QUIMICA DA VIDA - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 300hrs.				
4º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDF0003	ENERGIA - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0008	INSTRUMENTACAO PARA O ENSINO DE QUIMICA II - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0024	MANIPULACAO DOS COMPOSTOS ORGANICOS - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0025	TERMOQUIMICA E EQUILIBRIO - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
PED5000	DIDÁTICA - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 360hrs.				
5º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
EDB0001	BIODIVERSIDADE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0010	EXPERIMENTOS DE TERMOQUIMICA E EQUILIBRIO - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0011	INSTRUMENTACAO PARA O ENSINO DE QUIMICA III - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0017	RELACAO ENTRE ESTRUTURA QUIMICA E ATIVIDADE BIOLOGICA - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
FPD0005	PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 300hrs.				
6º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
CQD0001	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE QUÍMICA I - 100h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ESTÁGIO	OBRIGATORIO
EDF0004	ASTRONOMIA - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 30h (2cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0004	VIVENCIANDO A QUIMICA AMBIENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0012	CINETICA E PROPRIEDADES DE SUPERFICIES - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
	INSTRUMENTACAO PARA O ENSINO DE QUIMICA IV -	0h (0cr) aula		

29/02/2016

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

EDQ0016	60h (4cr)	60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 370hrs.				
7º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
CQD0002	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE QUÍMICA II - 150h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ESTÁGIO	OBRIGATORIO
EDG0001	MINERALOGIA - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0026	CINETICA EXPERIMENTAL - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0027	SINTESE E CARACTERIZACAO DE PRODUTOS NATURAIS - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 60h (4cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 330hrs.				
8º Nível				
Componente Curricular		CH Detalhada	Tipo	Natureza
CQD0003	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE QUÍMICA III - 150h (0cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	ESTÁGIO	OBRIGATORIO
EDQ0014	QUIMICA DE MATERIAIS - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0020	INDÚSTRIA QUÍMICA E SOCIEDADE - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0021	SEMINÁRIOS DE QUÍMICA - 90h (6cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
EDQ0022	ATIVIDADES ACADEMICO-CIENTIFICO-CULTURAIS - 200h (0cr)	0h (0cr) aula 200h (0cr) lab.	ATIVIDADE INTEGRADORA DE FORMAÇÃO	OBRIGATORIO
FPD1023	LIBRAS - 60h (4cr)	0h (0cr) aula 0h (0cr) lab.	DISCIPLINA	OBRIGATORIO
CH Total: 620hrs.				