

## **Perfil conceitual de química: uma ferramenta heurística para a análise de concepções sobre química**

**Melquesedeque da Silva Freire<sup>1</sup> e Edenia Maria Ribeiro do Amaral<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal-RN, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Química e Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE. Recife-PE, Brasil. E-mails: [melquimico@yahoo.com.br](mailto:melquimico@yahoo.com.br), [edeniamramaral@gmail.com](mailto:edeniamramaral@gmail.com)

**Resumo:** Processos de conceituação constituem um dos elementos centrais no desenvolvimento do pensamento e na educação em ciências. Neste artigo, apresentamos resultados de uma investigação na qual propomos um perfil conceitual de química e o aplicamos para a análise de processos de produção de significados sobre a natureza da química no contexto educacional. Para a proposição do perfil, os dados foram coletados mediante um exame dialógico de informações provenientes de três fontes: levantamento bibliográfico de concepções sobre química; análises históricas e epistemológicas de ideias acerca da química; respostas a um questionário e análise de interações discursivas entre licenciandos de química, registradas em áudio e vídeo. Após análise de um conjunto de dados, foram identificados compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estabilizam as seis zonas definidas para o perfil conceitual de química, assim denominadas: monista, aversiva, epistêmica, pragmática, processual e atrativa. Em seguida, avaliamos o potencial do perfil conceitual para a interpretação do discurso de estudantes sobre aspectos da natureza da química, mediante o uso de uma ferramenta para análise de interações discursivas, em uma perspectiva da etnografia interacional. Os resultados indicaram que o perfil conceitual proposto pode se constituir como ferramenta para a estruturação de modos de pensar e formas de falar sobre química bem como modelo para caracterizar a heterogeneidade do pensamento, quando são abordadas questões sobre a natureza da química, no contexto educativo.

**Palavras-chave:** teoria dos perfis conceituais, natureza da química, ensino de química.

**Title:** Conceptual profile of chemistry: a heuristic tool to analyze conceptions related to chemistry

**Abstract:** Processes of conceptualization are one of the central aspects in the development of thinking skills and science education. In this paper we present results of a research in which we propose and use a conceptual profile of chemistry to analyze meaning making processes concerning to nature of chemistry in the educational context. In order to construct that profile, data was gathered from a dialogic examination of information from three sources: bibliographical review of conceptions related to chemistry; historic and epistemological analysis of ideas about chemistry;

questionnaire and analyze of discursive interactions among prospective chemistry teachers, recorded in audio and video. After analysis of data, it was identified epistemological, ontological, and axiological commitments that stabilize the six zones of the conceptual profile of chemistry, named as: monist, aversive, epistemic, pragmatic, processual and attractive. Then we have examined the potential of the profile to interpretation of students' discourse about aspects of the nature of chemistry through a tool to analyze discursive interactions guided by the interactional ethnographic approach. Findings point out that the conceptual profile may be useful as a tool for structuring modes of thinking and ways of speaking about chemistry as well as a model to characterize the heterogeneity of thinking when we deal with issues on nature of chemistry in the educational context.

**Keywords:** conceptual profiles theory, nature of chemistry, chemistry education.

### **Introdução**

Esforços para promover uma melhor compreensão sobre aspectos da natureza da ciência (NdC) têm sido apresentados pela literatura como componente essencial à educação em ciências (Abd-El-Khalic, 2013; Dagher e Erduran, 2016; García-Carmona e Acevedo-Díaz, 2018). Questões sobre o que é ciência, como a ciência se desenvolve, quais são os seus fundamentos ontológicos e epistemológicos, o que caracteriza o trabalho dos cientistas e que valores eles compartilham, que influências mútuas existem entre ciência, tecnologia e sociedade, entre outras, estão no centro de reflexões desse campo de pesquisa (Acevedo-Díaz e García-Carmona, 2016). No contexto dessas discussões, é importante ressaltar preocupações recentes que têm recebido grande atenção e que buscam problematizar ideias "consensuais" acerca da NdC, distanciando-se de uma perspectiva paradigmática e generalista da ciência, em favor da abordagem de questões específicas no contexto de cada área particular das ciências (Schizas, Psillos e Stamou, 2016). Esses apontamentos permitem a abertura de um espaço para reflexões sobre o caráter distintivo do conhecimento químico, que vem sendo considerado no âmbito da Filosofia da Química (Baird, Scerri e McIntyre, 2006; Schummer, 2010; Van Brakel, 2014).

Enquanto área de produção de conhecimento em torno do objeto de estudo natureza da química, a Filosofia da Química tem abordado, desde o seu surgimento, questões sobre reducionismo e autonomia da química, natureza dos modelos e explicações em química, entidades químicas, questões éticas e estéticas, imagem pública, entre outros temas (Labarca, Bejarano e Eichler, 2013; Scerri e McIntyre, 1997,). Implicações para o ensino e para a formação de professores de química também têm sido discutidas por algumas produções nessa área (Erduran, 2001, Erduran e Mugaloglu, 2014; Lombardi e Labarca, 2007, Talanquer, 2013,).

No contexto das discussões em Filosofia da Química, o reconhecimento da pluralidade da química nos domínios epistemológico, metodológico, ontológico e axiológico revela o caráter multifacetado dessa ciência (Ribeiro e Pereira, 2013; Schummer, 2015). Estudos nessa direção destacam a diversidade de aspectos que caracterizam a química em termos teóricos e

práticos (Bensaude-Vincent, 2009; Chamizo, 2011). Tais caracterizações da química no âmbito filosófico sugerem implicações no campo didático-pedagógico, promovendo uma aproximação entre esses dois campos, que é possível em razão de que muitas das questões sobre a natureza da química são de interesse tanto dos filósofos como dos educadores em química.

Neste trabalho, partimos da hipótese inicial de que a pluralidade de concepções sobre química, caracterizada no âmbito filosófico, não se dá apenas nesse campo, mas também no contexto da linguagem e da cultura, em geral, o que confere um caráter polissêmico ao conceito de química. Considerando isso, argumentamos a favor da estruturação e organização dessa variedade de ideias em torno da química, em termos de um perfil conceitual, que poderá possibilitar a abordagem de questões sobre a natureza da química em seus aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.

### **Marco teórico: a teoria dos perfis conceituais**

As palavras frequentemente carregam diversos e distintos sentidos dependendo dos contextos nos quais são empregadas. De acordo com Schutz (1967), as pessoas apresentam maneiras diversas de ver e conceitualizar o mundo, e constroem sentidos a partir de suas experiências multifacetadas. Na sala de aula, uma diversidade de concepções pode ser observada quando são apresentados conceitos científicos como objetos de ensino e aprendizagem, por exemplo, energia, substância, força, vida, entre outros. De acordo com a Teoria dos Perfis Conceituais (Mortimer, 1995; Mortimer et al, 2014), as pessoas podem exibir diferentes modos de pensar e formas de falar sobre um mesmo conceito, evidenciando uma heterogeneidade do pensamento verbal e da linguagem (Tulviste, 1991; Wertsch, 1991). A estruturação desses diferentes modos de pensar, a partir da caracterização de distintos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, constituem zonas de um perfil conceitual. Perfis conceituais são, portanto, modelos da heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar sobre um dado conceito particular (Mortimer et al, 2014).

Para a proposição de um perfil conceitual, os diferentes modos de pensar um determinado conceito são identificados e estruturados em termos de zonas. Cada zona oferece uma perspectiva própria de interpretação do conceito, e é caracterizada por um conjunto de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos. As zonas de um dado perfil conceitual podem ser examinadas em decorrência da variedade de contextos em que cada um desses modos de pensar é aplicável e apresentam valor pragmático (Mortimer et al, 2014). Associados aos modos de pensar, correspondem formas de falar específicas, analisadas a partir da contribuição das noções de linguagem social e gêneros do discurso (Bakhtin, 1986, 2011).

Na perspectiva dos perfis conceituais, a aprendizagem é, portanto, entendida como o processo de ampliação do número de zonas, com aquisição de novas zonas do perfil conceitual de um dado conceito, associado à tomada de consciência pelo sujeito acerca da variedade de modos de pensar que constituem esse perfil, e dos contextos nos quais esses modos de pensar podem ser utilizados. (Mortimer, Scott e El-Hani, 2011).

Na literatura encontramos resultados de investigações utilizando a Teoria dos Perfis Conceituais, e que apresentam modelos de perfis para determinados conceitos científicos, tais como: átomo e estados físicos da matéria (Mortimer, 1995); calor (Amaral e Mortimer, 2001); reação química (Solsona, Izquierdo e De Jong, 2001); entropia e espontaneidade (Amaral e Mortimer, 2004), substância (Silva e Amaral, 2013; Amaral, Silva e Sabino, 2018), e na biologia, para os conceitos de vida (Coutinho, Mortimer e El-Hani, 2007), morte (Nicolli e Mortimer, 2012), adaptação (Sepúlveda, Mortimer e El-Hani, 2013) e herança biológica (Reis e El-Hani, 2017), entre outros perfis propostos ainda nas disciplinas de matemática e física.

A construção de um modelo de perfil conceitual para um dado conceito deve considerar a análise dos processos de produção de significados em pelo menos três diferentes domínios genéticos, quais sejam: o sociocultural, ontogenético e o microgenético (Mortimer et al, 2014). Ainda que ideias associadas aos diferentes domínios possam emergir em diferentes contextos, metodologicamente verificamos que: para a compreensão da construção de significados do conceito no domínio sociocultural, é fundamental a pesquisa bibliográfica em fontes secundárias sobre análises históricas e epistemológicas do conceito em questão; a literatura sobre concepções alternativas e informais dos estudantes fornece bases úteis para a investigação do domínio ontogenético; a compreensão da formação do conceito no domínio microgenético pode ser buscada a partir da pesquisa empírica em sala de aula com estudantes. O exame dialógico de dados provenientes desses três domínios genéticos possibilita a identificação e caracterização dos compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que estabilizam as zonas de um perfil conceitual específico.

Para exemplificar, Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2013) propuseram um perfil conceitual para o conceito de adaptação, caracterizado na pesquisa como um conceito polissêmico, central no pensamento evolutivo, e presente na linguagem cotidiana. Na construção do perfil foram analisadas informações advindas de estudos epistemológicos e históricos da área de biologia, da literatura sobre concepções alternativas, de dados obtidos em entrevistas e questionários com estudantes do ensino médio e do ensino superior, e da análise de alguns episódios de ensino de evolução. Em seguida, foi construída uma matriz epistemológica, na qual foram mapeados todos os aspectos epistemológicos e ontológicos envolvidos na significação do conceito de adaptação. As categorias propostas a partir da matriz foram usadas, então, para derivar as zonas do modelo de perfil conceitual de adaptação, denominadas como: *funcionalismo intraorgânico*, *ajuste providencial*, *perspectiva transformacional* e *perspectiva variacional*.

Nesta investigação, propomos um perfil conceitual de química e demonstramos a sua utilização como ferramenta para a análise de processos de significação que emergem no contexto de interações discursivas envolvendo questões e temas da Filosofia da Química com licenciandos de química. Essa proposta se sustenta na possibilidade de articulação entre a pluralidade de significados, admitida pelo perfil conceitual e o pluralismo da química, explorado na Filosofia da Química. Desse modo, o conceito de Química pode servir como elemento que articula esses dois domínios de produção de conhecimento, isto é, a Teoria dos Perfis Conceituais e a Filosofia da Química, uma vez que esse é um conceito

polissêmico, não somente no âmbito científico, mas também como resultado da própria noção de "química", como palavra que simboliza um construto conceitual.

Com base nos pressupostos brevemente expostos, a questão que nos interessa responder é: 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? Portanto, este artigo tem como objetivo apresentar um modelo de perfil conceitual de química e analisar diferentes significados atribuídos à química a partir das zonas desse perfil conceitual.

### **Procedimentos metodológicos**

Esta investigação foi parte de uma pesquisa mais ampla de doutorado e adotou procedimentos típicos da abordagem qualitativa de pesquisa (Bogdan e Biklen, 1994), uma vez que esteve norteada pela busca da compreensão de fenômenos e processos de atribuição de significados ao conceito de Química, mobilizados nos diferentes contextos de produção e registro de dados.

O percurso metodológico, que resultou na construção e análise dos resultados apresentados nesta comunicação, pode ser resumido em duas etapas. A primeira etapa consistiu na proposição de zonas para o perfil conceitual de química, e seguiu uma abordagem metodológica característica dos estudos dentro do programa de pesquisa em perfis conceituais, qual seja, a de levantar dados em diálogo com informações oriundas de três domínios genéticos do conceito em estudo. Nesse sentido, para a primeira etapa, foram realizados:

(a) um levantamento de trabalhos sobre concepções informais acerca da química em anais de evento e periódicos nacionais e internacionais da área de educação em ciências. Esse levantamento contribuiu para o registro e análise de ideias predominantemente associadas ao domínio ontogenético;

(b) uma incursão na literatura para a análise de produções sobre a história e filosofia da química, em artigos e livros publicados nesses domínios de pesquisa, o que contribuiu para o registro e análise de ideias predominantemente associadas ao domínio sociocultural;

(c) Para a investigação de ideias associadas ao domínio microgenético, empreendemos um registro sistemático de dados, a partir da aplicação de um questionário aberto e de interações discursivas, captadas em áudio e vídeo durante um curso de curta duração ofertado a licenciandos de química de uma universidade pública brasileira. O questionário foi aplicado a 26 (vinte e seis) licenciandos de química e trazia questões como: o que lhe vem à mente quando ouve a palavra "química"? Você pode citar outros exemplos e situações nos quais a palavra "química" é utilizada? Com suas palavras, explique que diferenças e semelhanças existem entre a química e a física; entre outras questões. Esse instrumento havia sido validado a partir da aplicação de uma versão inicial apresentada a outro grupo de licenciandos da mesma instituição. Alguns licenciandos que participaram da pesquisa estavam cursando a disciplina História e Filosofia da Química (do 2º período do curso) e serão indicados pela sigla HFQ, e outros cursavam a

licenciatura em química na modalidade a distância (de diferentes períodos do curso) e foram indicados pela sigla EaD.

O primeiro autor desse texto participou de todas as etapas de coleta de dados em sala de aula, uma vez que atua como formador de professores de química na instituição *lócus* da pesquisa. Consideramos que essa proximidade possibilitou um contato mais natural com os licenciandos e, com isso, a construção de um ambiente mais favorável, do ponto de vista comunicativo, para os participantes exporem suas ideias no contexto das atividades. Por outro lado, para evitar que as percepções do pesquisador influenciassem, de algum modo, os instrumentos de coleta de dados e, conseqüentemente, as ideias e concepções de química levantadas, as questões utilizadas nas atividades propostas, foram obtidas do exame da literatura em história e filosofia da química. Esse cuidado metodológico contribuiu para minimizar possíveis tendências que pudessem conduzir o pesquisador a perceber a realidade segundo sua perspectiva pessoal.

A partir de um exame dialógico dos dados levantados em diferentes fontes com orientação voltada para os domínios genéticos supracitados, identificamos um conjunto de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, que foram organizados em uma matriz de significados, como forma de apresentar a polissemia do conceito de Química. A combinação desses compromissos possibilitou a estruturação das zonas do perfil conceitual proposto neste trabalho, denominadas como: monista, aversiva, epistêmica, pragmática, processual e atrativa.

A segunda etapa da investigação tratou da utilização do perfil conceitual proposto, para investigação de interações discursivas estabelecidas pelos licenciandos quando discutiam sobre natureza da química. Para essa etapa, foram gravados um total de 10 (dez) horas de aulas de um curso de formação complementar, realizado durante 4 (quatro) dias consecutivos, no qual participaram 9 (nove) licenciandos de química. Esse curso de formação foi planejado e ofertado aos licenciandos com o objetivo de introduzir discussões sobre natureza da química a partir de questões e temas sobre Filosofia da Química. Neste artigo, faremos referência ao curso utilizando a sigla PFC (Programa de Formação Complementar), no qual o primeiro autor atuou como professor da turma. Esse programa de formação é realizado a cada início de semestre letivo no curso de licenciatura em química da universidade anteriormente mencionada. Para a análise dessas interações discursivas, foi utilizada uma estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2003).

Essa estrutura analítica baseia-se na interlocução entre as ideias de Vygostky e Bakhtin, e objetiva descrever o gênero de discurso das salas de aula de ciências, isto é, caracterizar a dinâmica das interações e o uso da linguagem nesses ambientes didático-pedagógicos. A ferramenta é constituída de 5 (cinco) aspectos inter-relacionados, a saber: as *intenções do professor* (p. ex., explorar as ideias dos alunos, introduzir o conhecimento científico, manter a narrativa); o tipo de *conteúdo* do discurso (p. ex., descrições, explicações, generalizações); a *abordagem comunicativa* (dialógica/não-dialógica, interativa/não-interativa); as

*intervenções pedagógicas* (p. ex., selecionar significados, verificar o entendimento dos alunos; e os *padrões de interação* (p. ex., tríades do tipo I-R-A: (I) iniciação do professor; (R) resposta do aluno; (A) avaliação do professor). Em nosso estudo, foram utilizados os seguintes aspectos da estrutura analítica: as intenções do professor, a abordagem ao conteúdo, a abordagem comunicativa, e as intervenções do professor.

A partir dos dados coletados dessa segunda etapa, foram selecionados episódios de ensino, definidos como conjuntos de enunciados que criam um contexto para a emergência de um ou mais significados relacionados à aprendizagem de um dado conceito (Amaral e Mortimer, 2007). Aqui, verificamos a emergência de modos de pensar sobre química quando os licenciandos discutiam temas em Filosofia da Química. Trata-se, portanto, de episódios de ensino que trazem interações discursivas sobre natureza da química, e que foram extraídos de momentos do curso e situados a partir de mapas de atividades, seguindo orientações alinhadas com estudos de etnografia interacional (Gee e Green, 1998). Na análise dos episódios, procuramos interpretar modos de pensar a partir de formas de falar sobre química que se manifestam ao longo das interações discursivas. As perspectivas utilizadas para significar o conceito de Química, que são negociadas ao longo do discurso, foram analisadas levando em conta as seis zonas propostas para o perfil conceitual de química. De posse desse referencial, é possível reinterpretar os dados de interações discursivas em termos de um repertório de compromissos associados a formas de falar que podem ser representativos de modos de pensar particulares (Mortimer et al, 2014).

Na figura 1, apresentamos um esquema do percurso metodológico da investigação, indicando os procedimentos, fontes de dados e técnicas de análise mencionadas anteriormente.

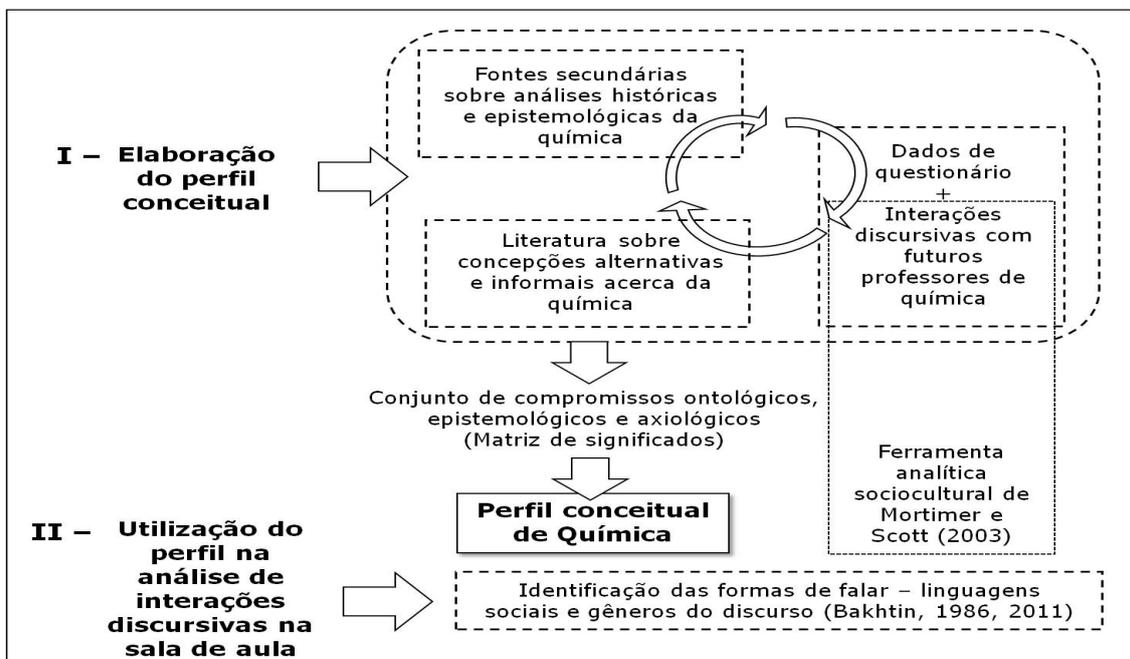


Figura 1.- Esquema do percurso metodológico da pesquisa.

## **Resultados**

Primeiramente, apresentaremos as principais ideias que identificamos nos dados da literatura, nas respostas ao questionário e das interações discursivas em sala de aula, que foram organizadas em uma matriz de significados. Entendemos por matriz, o amplo espectro que dimensões, domínios, ou inscrições epistemológicas, podem assumir, em termos de características, elementos centrais, pressupostos filosóficos, finalidades, relações com a realidade e com o objeto do conhecimento. Essas inscrições epistemológicas foram identificadas a partir de uma análise de referências e contribuições, tanto da epistemologia das ciências da natureza, como das ciências humanas e sociais. Portanto, nessa matriz, construída a partir da análise desses domínios e inscrições epistemológicas, procuramos reunir a variedade de significados levantados a partir dos nossos dados, em um esforço de sistematização dessas articulações teóricas. A matriz de significados foi, então, tomada como base para a proposição das zonas que constituem o perfil conceitual de química, caracterizando, portanto, algumas dimensões a partir das quais a polissemia em torno do conceito de Química pode ser examinada.

A partir da matriz de significados, foram identificados compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que deram suporte para a caracterização epistemológica e enunciativa das zonas do perfil conceitual de química – monista, aversiva, epistêmica, pragmática, processual e atrativa – que serão apresentadas a seguir. Ao longo da apresentação e caracterização das zonas, são citados, como ilustração de típicas formas de falar, alguns trechos de enunciados obtidos nas respostas ao questionário aplicado na investigação. Esses enunciados são acompanhados de uma codificação para indicar informações sobre a sua origem: a questão do questionário (Q1 a Q5); a codificação usada para identificar o licenciando que respondeu a questão (L1, L2, ...Ln); o contexto no qual se insere o licenciando (HFQ, PFC ou EaD). Assim, ao indicarmos, por exemplo, "Q3L8HFQ", isso irá significar uma resposta do licenciando codificado pelo número 8, aluno da disciplina HFQ, à questão 3 do questionário.

### *Zona monista*

Essa zona do perfil conceitual é constituída por interpretações sobre química caracterizadas por duas perspectivas relacionadas entre si. A primeira é a que considera química como essência da realidade, ou seja, a ideia de que a realidade é, por si mesma, "química", ou de que tudo o que existe é "química". Nesse sentido, a química é vista como sinônimo do próprio real. A segunda perspectiva considera química como uma entidade própria, presente (ou não) nos corpos. Enunciados característicos desse modo de pensar, obtidos a partir da análise dos domínios ontogenético e sociocultural, podem ser ilustrados como: "tudo é química", "a química está presente em tudo" ou ainda, "este produto não tem química". Em nossa análise do domínio microgenético, observamos típicas formas de falar, tais como: "A essência da existência, tudo o que vemos, sentimos ou respiramos, tudo é química." (Q1L13HFQ); "(...) tudo que é matéria (tem massa e ocupa um lugar no espaço) a química se faz presente (...)" (Q2L4PFC).

Para a delimitação dos compromissos que compõem essa zona do perfil conceitual, consideramos a própria origem do termo monismo, que designa a ideia de único, sozinho, em outras palavras, a defesa da unidade da realidade como um todo. O monismo, na perspectiva de uma solução teológica do problema da essência do conhecimento, retrocede ao absoluto, ao princípio último da realidade, a uma só causa (Hessen, 2000). Nesse caso, a química seria essa unidade, tal realidade única. 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. Na perspectiva de Bachelard, podemos interpretar ainda essa posição em termos de um compromisso com um realismo ontológico, que concebe um mundo exterior pré-existente, independente de nossa consciência (Bachelard, 1991). 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 fisicalismo ontológico, isto é, a crença na universalidade da física, ou de que todas as coisas que existem no mundo são partículas elementares e suas interações reconhecidas pela física, encontra também suas bases na perspectiva monista (Kim, 1989). A nosso ver, é nesse pano de fundo que podemos interpretar algumas ideias apresentadas em diretrizes curriculares que, ao referirem-se à química e a sua importância para a educação em ciências, afirmam que ela está presente e deve ser reconhecida em diferentes contextos e produtos do cotidiano. Essa posição, que considera a química como algo dado e que está "naturalmente" em todo lugar, embora chame a atenção para a importância da disciplina e seu conteúdo, pode contribuir, dentre outras coisas, para dificuldades epistemológicas no ensino-aprendizagem, no sentido de não se explicitar a distinção entre a realidade (o mundo físico) e a interpretação desta (os conceitos e modelos científicos).

#### *Zona aversiva*

Essa zona do perfil considera interpretações sobre química como um 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", de que um produto pode ser "livre de química", da "poluição química", entre outros exemplos. Em nossa análise das respostas ao questionário, observamos formas de falar, tais como: "(...) Não, lógico que há produtos que possui (*sic*) química e faz mal (...)" (Q2L1HFQ); "Sim, porque tem produto hoje que ao conter química faz mal a saúde em alguns aspectos." (Q2L11EaD). 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". Nesse contexto, 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 (Chamizo, 2011; Laszlo e Greenberg, 1991).

Os compromissos que caracterizam essa zona do perfil podem ser delineados a partir da análise da imagem pública da química. Essa imagem possui uma longa história e foi formada a partir de um conjunto de fatores,

constituindo um complexo fenômeno social e cultural de raízes profundas (Schummer, Bensaude-Vincent e Tiggelen, 2007). A hostilidade generalizada em relação à química levou as pessoas a atribuírem, frequentemente, conotações negativas aos produtos químicos, percebendo-os como potencialmente perigosos. Laszlo (2006) descreve a "quimiofobia" como medo da química ou de produtos químicos, induzido por alguns problemas de poluição largamente documentados e divulgados. Nesse sentido, o par oposto "natural" *versus* "químico" pode determinar até mesmo as escolhas dos indivíduos.

Esse comportamento repulsivo em relação à química pode ser tratado, a partir de Bachelard (1996), em termos do que o autor denomina de obstáculo epistemológico da experiência primeira. Tal obstáculo estaria incrustado no conhecimento não questionado, e caracterizado por colocar a experiência antes e acima da crítica. Esse tipo de compromisso epistemológico apoia-se ainda diretamente no dado claro, nítido, seguro, e é sustentado por um empirismo evidente e básico. Para ilustrar seu pensamento, o filósofo francês fornece em sua obra alguns exemplos de como o medo manifestado em casos como o trovão e a eletricidade, têm por base essa 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).

Outro aporte teórico que também nos auxilia na caracterização dos compromissos associados a esse modo de pensar é a noção de natureza em química, discutida por Schummer (2003), em diferentes períodos históricos: desde as concepções alquimistas às contemporâneas pesquisas com medicamentos. 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, a natureza vista como um determinado conjunto de entidades e processos que não devem ser alterados, no nível de 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.

### *Zona epistêmica*

A zona epistêmica do perfil conceitual encerra interpretações e ideias acerca da química como conhecimento, um saber sistematizado, uma área do conhecimento científico, ou como uma disciplina (e suas subdisciplinas), uma matéria do currículo escolar. Em outras palavras, está sendo considerado aqui, o sistema teórico-conceitual da química, veiculado através dos seus discursos nas diferentes instâncias. Destacamos alguns exemplos de enunciados ilustrativos dessa zona, a partir das respostas dos licenciandos 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). Acrescentamos que também são típicas as formas de falar expressadas em enunciados que se referem à química como "a ciência que estuda a matéria", "uma ciência da natureza", "a ciência central", etc. Tomando como referência o contexto didático-

pedagógico, expressões como "química é difícil", "abstrata", "conceitos incompreensíveis", "chata", "muitos cálculos", utilizadas para se referir ao seu estudo, também ilustram percepções dos sujeitos acerca da química consideradas nessa zona do perfil conceitual.

A caracterização dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos dessa zona do perfil depende, especificamente, do tipo de concepção de ciência e de conhecimento que possuem os sujeitos que evocam tal sentido para química. Em razão disso, diferentes enfoques a partir da Teoria do Conhecimento (Hessen, 2000) poderiam fundamentar as concepções desse modo de pensar. Tais enfoques abrangeriam a possibilidade do conhecimento (posições do dogmatismo ao ceticismo), a origem (concepções que vão do racionalismo ao empirismo), a essência (das soluções propostas pelo objetivismo ao idealismo) e os valores implicados na sua produção, que estariam na base de concepções positivistas, construtivistas, realistas ingênuas, entre outras.

Ao definirmos essa zona, não estamos propondo aqui uma dicotomia entre teoria e prática, que consideramos ser ilusória para a química, antes, compreendemos que as duas dimensões estão imbricadas e, portanto, a separação que fazemos aqui tem apenas a finalidade de dar destaque à dimensão do pensamento químico, seus esquemas conceituais, em outras palavras, a estrutura do conhecimento químico apresentada como conteúdo curricular. De um ponto de vista didático-pedagógico, reconhecemos 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.

#### *Zona pragmática*

Nessa zona do perfil conceitual são consideradas 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 sobre química do ponto de vista da sua dimensão operativa e tecnológica, por sua vez, orientadas por valores e normas de conduta. Caracterizam essa zona, enunciados que expressam o caráter operacional da química nos seus variados espaços de atividade. Algumas formas de falar que ilustram esse caráter operacional foram verificadas nas respostas dos licenciandos ao questionário: "Nas indústrias, alguns métodos de separação, flotação, na fabricação de remédio" (Q5L8EaD); "...matérias que serão transformadas para ser aplicado em alguma necessidade humana (...)" (Q1L5PFC).

A ideia de pragmático, em sentido geral, considerando o que é prático, concreto, aplicado, nos auxilia a identificar alguns compromissos incluídos nessa zona do perfil conceitual. Da mesma maneira como discutimos para a zona epistêmica, não estamos propondo aqui uma dicotomia teoria-prática, que consideramos incompatível com a natureza da química. Antes, o que pretendemos aqui é dirigir a atenção para o universo do "fazer" químico, na busca de identificar compromissos que estabilizam essa forma de pensar sobre química. Schummer (1997a) explicita essa indissociável 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.

A química atual é 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, na qual a noção de química estava fortemente vinculada à arte de análise e síntese (Newman e 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 e Pacheco, 2012). Na base dessas práticas podemos identificar uma variedade de valores associados à tecnociência, além daqueles privilegiados pela epistemologia tradicional, por exemplo, quando Echeverria (2003) identifica a inovação, a funcionalidade, a eficiência, a eficácia, a utilidade e a aplicabilidade, que podem ser facilmente associados à química. Dentre esses valores, convém destacar 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 e Warner, 1998).

Outro aspecto que deve ser considerado nesta análise é a dimensão tácita da química (Ribeiro e Pereira, 2013), ou seja, o conhecimento caracterizado pela transmissão de práticas culturais contextualizadas e dependentes do contato entre mestre e aprendiz e, portanto, não totalmente declarado. Desse modo, de um ponto de vista filosófico, a química não tem apenas conteúdo explícito, mas também um tipo de conhecimento comunicado pelo exemplo, pela ação e não por descrições explícitas. Nesse sentido, podemos mencionar o desenvolvimento de habilidades procedimentais no contexto da experimentação química, na qual, grande parte desses conhecimentos são adquiridos a partir da manipulação de equipamentos, instrumentos de laboratório e outros, e constituem habilidades aprendidas na convivência com praticantes mais experientes. O conhecimento dos *experts* é de natureza tácita, e boa parte da transmissão do fazer científico é feita nesses termos, logo, muito do que é aprendido em química é tácito, em caráter, sendo somente demonstrado e imitado (Tala, 2013). Ao explorar essa dimensão pessoal do conhecimento químico, Polanyi (1958) apresenta 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.

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". Kovac (2002) defende então que a química é provavelmente o melhor exemplo de ciência que poderia ser tomada para o estudo do contexto da ética científica e profissional, uma vez que, historicamente, entre todas as ciências naturais, a química é a que mais se define como uma profissão tal como a medicina, direito, e engenharia, pelo menos no contexto norte-americano. Para esse autor, diferentemente da física, os químicos devem sempre estar próximos do experimento e, portanto, devem "pensar com as mãos" mais que outros cientistas.

Por trabalharem em uma variedade de contextos, os químicos são confrontados com muitos problemas éticos e, por essa razão, a prática química implica 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 desse mundo, a noção de pluralismo axiológico, inerente à atividade científica (Echeverria, 1995), é útil nessa discussão. Por essa característica essencialmente 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. Para ilustrar essas complexas relações, Laszlo (2006) aponta que a química tem a característica de ser tanto uma ciência como uma "indústria". Devido à existência de uma atividade industrial própria, desde há muito tempo a química se distingue de outras ciências. Essa indústria, com base na química, está intrinsecamente envolvida com a construção da sociedade, e tal relação carrega muitas questões complexas entre ciência e sociedade, trazendo contribuições tanto para a química como para a indústria química (Sjöström, 2007).

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, 1997b, 1997c). Em função disso, Lefèvre (2012) caracteriza a química como uma ciência criativa, e as sínteses químicas geram produtos reais que transformam o mundo material. Por essa razão, a química seria uma ciência completamente do artificial, movida por um desejo de aperfeiçoar a natureza e por valores estéticos profundos. A síntese química torna-a uma ciência única, pois, ela produz o objeto que investiga e, 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 defende Schummer (2010, p.177), mais do que descrever o mundo, a química desenvolve um entendimento do mundo pela mudança do mundo. Nesse contexto, Schummer (2001) questiona se os químicos não deveriam ter um critério explícito para distinguir entre boas e más pesquisas. Além disso, o autor argumenta também que os químicos não poderiam ser considerados criadores livres, pois as sínteses químicas não podem ser consideradas como uma atividade neutra, do ponto de vista axiológico, como um valor ou um fim em si mesmo.

### *Zona processual*

A zona processual do perfil conceitual de química inclui interpretações e percepções acerca da química como um processo, um evento que ocorre com entidades específicas. Em outras palavras, nesse modo de pensar, química é processo, relação, transformação, mudança. As características dos enunciados relacionados a essa perspectiva apontam para as reações químicas, as transformações dos materiais que, em nível macroscópico se evidenciam na formação de novas substâncias, e em nível submicroscópico (ou teórico), na ruptura de ligações químicas, no intercâmbio de elétrons e na formação de novas estruturas químicas. Na sequência, ilustramos algumas típicas formas de falar obtidas a partir da análise das respostas dos licenciandos ao questionário utilizado na pesquisa: "Em primeiro lugar vem

a palavra transformação” (Q1L5PFC); “Uma interação, uma cadeia de elementos químicos, para se formar um determinado composto” (Q1L6EaD).

O compromisso epistemológico principal dessa perspectiva de significação da química está fundamentado na noção dos modelos, como ferramentas de descrição e explicação desses processos, e que nos permitem “ver” os fenômenos em nível submicroscópico. Entretanto, essa definição, conforme discutimos na zona epistêmica, dependerá da escolha e concepção assumida pelos sujeitos acerca da natureza e do papel dos modelos como ferramentas do pensamento científico: se são concebidos como imagens, espelhos da realidade, ou como construções criativas e imaginárias utilizadas para a representação dos objetos estudados. Uma contribuição importante para essa discussão é aquela proposta por Vihalemm (2011), 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. Tal perspectiva sugere um compromisso epistemológico próximo ao realismo.

Alguns dos compromissos epistemológicos e ontológicos dessa 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, especialmente, 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 nos seus respectivos modos 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: substância e processo. Nesse cenário, é questionado se a química diz respeito, primordialmente, às substâncias ou aos 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.

Stein (2004) caracteriza a química como uma ciência de processos, apontando para uma ontologia processual. Logo, essa zona do perfil considera uma ontologia de processos, nos quais as entidades são tidas como eventos (Chi, 1992) e, assim, tomamos as contribuições de Whitehead (1978), e sua filosofia de processo, como uma referência central na fundamentação desse modo de pensar. Na filosofia de processo de Whitehead (1978), a mudança é considerada como a única coisa real, isto é, uma ontologia baseada na mudança mais do que na substância. Diferentemente, em outra perspectiva ontológica, Earley (2004) argumenta que apesar da centralidade dos processos em química, a estrutura conceitual é construída na perspectiva das substâncias.

Retomando a ênfase no processo, Plesch (1999) discute que, apesar das muitas definições de química, ela está preocupada com a mudança de um tipo de matéria em outra, e com as leis que regem essas mudanças. Nessa

mesma direção, Bernal e Daza (2010) argumentam que a epistemologia da química pode ser entendida como uma rede de relações. Para esses autores, a tabela de afinidades de Geoffroy é considerada 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 essa zona do perfil conceitual.

Desse modo, a química, então, assume uma posição anti-essencialista em considerar que propriedades são fundamentais e instanciadas no contexto das relações, isto é, propriedades que são emergentes e contextuais (Lamza, 2010; Whitehead, 1978). 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.

Por fim, destacamos que Van Brakel (1997), ao assinalar que a química é essencialmente sobre a transformação de substâncias, argumenta 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 dos 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. Portanto, essa zona do perfil conceitual pode ser compreendida a partir de diferentes ontologias, entretanto, uma perspectiva ontológica relacional parece ser a que melhor caracterizaria esse modo de pensar representado na zona processual.

### *Zona atrativa*

Nessa zona do perfil são consideradas ideias acerca da química como sendo um sentimento, atração, 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 de que "rolou uma química" entre pessoas, ou de enunciados característicos desse modo de falar sobre química, exemplificados também como, "há muita química entre nós", para ser referir a duas pessoas apaixonadas (Patil, 2014), ou do amor como estando associado à "química certa" ou à "química perfeita". Em nossa análise de respostas ao questionário, observamos certo cuidado dos licenciandos ao explicitar o uso da palavra química nesse sentido: "A palavra química nesse caso se refere a algo bom, pode ser relacionada à afinidade, ou até mesmo aos próprios sentimentos" (Q4L4HFQ); "Quando se (*sic*) 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. Nesse aspecto, a química ocorre quando um indivíduo se sente bem ao lado

do outro. Consideramos que opiniões dos próprios especialistas da psicologia e da medicina comportamental podem estar orientadas pelo uso dessa 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. Esse sentido dado à química parece ter suas origens em contextos diferentes do contexto escolar ou acadêmico, mas podemos considerar que algumas percepções sobre a química parecem resultar de apropriações entrelaçadas dos diferentes sentidos que esses contextos encerram.

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 investigar de modo sistemático esses fenômenos complexos e, nas décadas posteriores, neurocientistas e bioquímicos também começaram a explorar esse objeto (Hatfield e 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. Esse autor propôs que eventos psicológicos específicos no cérebro estariam envolvidos em cada um desses estágios e, atribuiu um papel central à feniletilamina, conhecida como "molécula do amor", na compreensão de tais emoções.

De um ponto de vista científico, bioquímico, o amor é concebido, simplesmente, como 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 sobre os nossos comportamentos nas diversas fases do amor. Uma das responsáveis pelas descargas de emoções envolvendo 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. A feniletilamina é também outra molécula associada a esse conjunto de transformações, assim como a noradrenalina, que contribui com a memória para novos estímulos (Borges, 2015). Logo, havendo interesse por outra pessoa, a química "acontece" literalmente com substâncias que provocam sintomas intensos em todo o corpo.

Analisando de um ponto de vista axiológico, Scheler (1973 citado por Vandenberg, 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 estes 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 (Vandenberg, 2006).

Outra referência importante para essa análise é a contribuição da representação do amor, fundamentalmente ontológica, de Tillich (Tillich, 1954 citado por Gross, 2015). Sem negar essa dimensão emocional, mas concedendo prioridade ao resgate da dimensão ontológica, esse autor considera o amor como o poder dinâmico da vida. Partindo das tradicionais

distinções entre amor-eros, amor-cupiditas, amor-ágape e amor-filía, o amor, nessa perspectiva, está mais próximo da noção de eros. Nesse sentido, então, o amor não pode ser criado pela vontade, ele simplesmente ocorre. Na perspectiva de Schopenhauer (2000), o amor entra em cena no horizonte do corpo e da sexualidade como foco da *coisa-em-si* no mundo. 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.

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, podemos argumentar que tais explicações para o conjunto de sensações experimentadas por alguém que está tendo uma "química" com o outro, fica em segundo plano diante da sensação de se estar 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. Essa componente axiológica mostra que o teor do discurso é acompanhado de componentes valorativos que se destacam em relação aos epistêmicos.

Na seção seguinte apresentamos os resultados da aplicação desse modelo de perfil conceitual, articulado à ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2003), para a análise das interações discursivas em um dos episódios de ensino analisados para esse trabalho. Com essa análise, buscamos validar as zonas do perfil propostas, pela identificação de sua emergência em situações de sala de aula.

#### *Análise da dinâmica discursiva a partir de zonas do perfil conceitual*

Realizamos uma análise da dinâmica discursiva em torno de questões e temas da Filosofia da Química, no contexto do curso do PFC com licenciandos de química. A análise dos episódios de ensino considerou quatro das cinco dimensões da estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2003), a saber: as intenções do professor, a abordagem ao conteúdo, a abordagem comunicativa e as intervenções do professor. Tais dimensões de análise estarão articuladas às perspectivas de significação do conceito de Química, em termos das zonas do perfil conceitual proposto. A dimensão dos padrões de interação não foi explorada nessa 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 nela produzidos. Usaremos sinais nas transcrições dos episódios de ensino, para indicar elementos expressivos dos enunciados produzidos nas interações discursivas, tais como pausas e entonações, tomando como referência as orientações de Amaral e Mortimer (2007).

Apresentamos, no Anexo 1, um trecho do episódio 1.1, que foi extraído do momento em que os licenciandos deveriam analisar sentenças propostas pelo professor e que traziam proposições sobre a química. No episódio 1.1, o professor incentiva os licenciandos a comentarem as sentenças.

As duas principais intenções do professor no episódio 1.1 foram: 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 do curso de formação. Seis licenciandos (L1, L2, L3, L4, L6 e L7) participaram desse episódio. No turno 1, o professor inicia as discussões dando oportunidade aos licenciandos de se pronunciarem em relação às sentenças apresentadas na atividade inicial. No turno 2, o licenciando L4 reconhece de imediato 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 a 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 professor 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, isto é, o seu aspecto 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 professor, 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, indica essa atribuição ontológica 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 professor 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, descritos por Johnstone (1991), e apresentados em documentos legais para o ensino de química na Educação Básica no Brasil, abarcaria as características centrais da ciência química, no seu ponto de vista. Logo, aqui estaria em jogo um modo de pensar a química como disciplina ou conhecimento organizado (zona epistêmica). 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 professor 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 professor no turno 18. O professor, no turno 22, intervém na intenção de explorar as ideias dos licenciandos.

No turno 23, o licenciando L3 parece indicar 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 específicos 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 o licenciando, ao iniciar o seu turno de fala, apresenta questões ao professor e aos demais licenciandos. As duas enunciações do professor, 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 debate. 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 em dar um tratamento da química como uma ciência, ou seja, estabelecer um sentido que é representativo da zona epistêmica do perfil conceitual.

No turno 29, mais de uma perspectiva de significação do conceito de química pode ser encontrada 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. Aqui, fica bem evidenciada uma heterogeneidade do pensamento nas expressões do licenciando, ou seja, diferentes modos de pensar coexistindo em um mesmo indivíduo.

Consideramos que a abordagem comunicativa ao longo do episódio 1.1 é do tipo interativo/dialógico, em razão de o pesquisador e os 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 licenciandos. O professor 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 2, são apresentados, de forma sistematizada, os aspectos que caracterizaram as interações discursivas da sala de aula ao longo desse episódio de ensino.

<b>Intenções do professor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explorar as ideias dos licenciandos estimulando a explicitação das suas visões e entendimentos acerca dos temas apresentados.</li> <li>- Introduzir e desenvolver o conhecimento, objeto de estudo no contexto da oficina.</li> </ul>
<b>Conteúdo do discurso</b>	- Descrição.
<b>Abordagem comunicativa</b>	- Interativa/dialógica
<b>Intervenções/ações do professor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar forma aos significados.</li> <li>- Selecionar significados.</li> <li>- Marcar significados-chave.</li> <li>- Compartilhar significados.</li> <li>- Verificar o entendimento dos licenciandos</li> </ul>
<b>Perspectivas de significação do conceito</b>	- Negociação entre compromissos epistemológicos e ontológicos, e formas de falar das <u>zonas aversiva</u> , <u>epistêmica</u> , <u>monista</u> (compromissos axiológicos neste caso, especificamente), <u>pragmática</u> e, também, evidências de compromissos epistemológicos e ontológicos da <u>zona processual</u> .

Quadro 2.- Síntese de aspectos discursivos que interagem na significação do conceito de Química no episódio 1.1.

Por fim, destacamos a emergência de diferentes modos de pensar ao longo da discussão no episódio 1.1, e o potencial do perfil conceitual de química como modelo para a análise de significados produzidos no contexto de interações discursivas com os licenciandos de química. Isso possibilita uma descrição e interpretação dos processos de negociação de significados

em termos dos compromissos que estabilizam os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre química. Ao longo de toda a formação, foram analisados 7 (sete) episódios, e foi constatado que houve a predominância de formas de falar típicas da zona epistêmica, seguido pela zona pragmática. Essa ocorrência não surpreende, visto que estamos lidando com futuros professores de química, e situados em um contexto institucional de formação docente, estando em contato permanente com disciplinas teóricas e práticas da ciência química.

Em relação à abordagem ao conteúdo pelo professor, houve uma predominância do caráter descritivo do discurso, o que pode ser explicado pela natureza do conteúdo apresentado, que requer alguma prática reflexiva em Filosofia da Química, à qual os licenciandos não estavam habituados. Diante disso, o professor parece priorizar a apresentação do objeto de estudo em função do perfil dos estudantes participantes do curso.

Quanto ao aspecto das intenções e intervenções/ações do professor, foi possível observar que a manifestação das diferentes perspectivas de significação do conceito é favorecida por momentos em que se dão oportunidades de exploração das ideias dos licenciandos, bem como intervenções para verificação dos entendimentos produzidos. No entanto, em muitos momentos, o professor busca 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 o professor fez escolha de estratégias que possibilitassem a participação de mais de um indivíduo no contexto discursivo, o que contribuiu para a emergência de significados diversos sobre química.

### **Conclusões**

Apresentamos 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 esse conceito. A diversidade de modos de pensar permite realçar diferentes aspectos que caracterizam o conhecimento e a prática em química, em outras palavras, contribui para uma reflexão explícita sobre os métodos e processos empregados nesse campo da atividade humana.

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 de licenciandos que participaram da investigação, com exceção da zona atrativa, 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, 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.

O aporte teórico da Filosofia da Química, como lugar privilegiado de reflexão nessa investigação, mostrou-se uma ferramenta profícua 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 o estabelecimento de interações discursivas que podem resultar na produção de sentidos e significados. Na presente pesquisa, a contribuição da Filosofia da Química foi evidenciada 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 do programa de formação (PFC), enunciados do tipo "nunca tinha pensado nisso antes" (para a discussão de temas como reducionismo e superveniência, por exemplo) foram evocados 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 em sentido geral. Ou seja, 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.

Em termos conclusivos, argumentamos que a proposta de perfil conceitual de química aqui apresentada, pode favorecer 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 que abordem a natureza da química no ensino, considerando o seu caráter complexo e multifacetado.

### **Referências bibliográficas**

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2107.

Acevedo-Díaz, J. A., e García-Carmona, A. (2016). "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado". Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.

Amaral, E. M. R., e Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3), 5-18.

Amaral, E. M. R., e Mortimer, E. F. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de química. *Educación Química*, 15(3), 218-233.

Amaral, E. M. R., e Mortimer, E. F. (2007). Uma metodologia para estudar a dinâmica entre as zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. Em F. M. T. Dos Santos, e I. M. Greca (Eds.), *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (pp.239-296). Ijuí: Editora Unijuí.

Amaral, E. M. R., Silva, J. R. R. T., e Sabino, J. D. (2018). Analysing processes of conceptualization for students in lessons no substance from the emergence of conceptual profile zones. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1010-1028.

Anastas, P. T., e Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.

Bachelard, G. (1991). *A filosofia do não - Flosafia do Novo Espírito Científico*. Lisboa: Presença.

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Baird, D., Scerri, E. R., e McIntyre, L. (Eds.). (2006). *Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline*. Dordrecht: Springer.

Bakhtin, M. (1986). *Speech genres and other late essays*. Austin: University of Texas Press.

Bakhtin, M. (2011). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes.

Barboza, J. (2007). Teoria do amor sexual: uma reflexão em torno de Platão, Schopenhauer e Freud. *Revista de Filosofia Aurora*, 19(25), 225-236.

Bensaude-Vincent, B. (2009). The chemists' style of thinking. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 32(4), 365-378.

Bernal, A., e Daza, E. E. (2010). On the epistemological and ontological status of chemical relations. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(2), 80-103.

Bogdan, R., e Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Borges, M. (2015). O amor no cérebro. *Princípios: Revista de Filosofia*, 22(38), 125-135.

Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación Química*, 22(4), 320-331.

Chamizo, J. A. (2013). Technochemistry: one of the chemists' ways of knowing. *Foundations of Chemistry*, 15(2), 157-170.

Chamizo, J. A., Castillo, D., e Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación Química*, 23(2), 298-304.

Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. Em R. N. Giere (ed.), *Cognitive models of science* (pp.129-186). Minneapolis: University of Minnesota Press.

Coutinho, F. A., Mortimer, E. F., e El-Hani, C. N. (2007). Construção de um perfil para o conceito biológico de vida. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(1), 115-137.

Dagher, Z. R., e Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.

Earley, J. E. (2004). Would introductory chemistry courses work better with a new philosophical basis? *Foundations of Chemistry*, 6(3), 137-160.

Echeverria, J. (1995). El pluralismo axiológico de la ciencia. *Isegoría*, 12, 44-79.

Echeverria, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Espanha: Fondo de cultura económica de Espanha.

Erduran, S. (2001). Philosophy of Chemistry: an emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education*, 10(6), 581-593.

Erduran, S., e Mugaloglu, E. Z. (2014). Philosophy of chemistry in chemical education: recent trends and future directions. Em M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp.287-315). Dordrecht: Springer.

Fischer, H. (1994). The nature of romantic love. *The journal of NIH Research*, 6, 59-64.

García-Carmona, A., e Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The Nature of Scientific Practice and Science Education. *Science & Education*, 27(5-6), 435-455.

Gee, J. P., e Green, J. L. (1998). Discourse analysis, learning, and social practice: a methodological study. *Review of Research in Education*, 23, 119-169.

Gross, E. (2015) Particularidades do conceito de amor nas reflexões éticas de Tillich e Ricoeur. *Anais do congresso ANPTECRE*, 5. Recuperado de <http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/5anptecre?dd1=15437&dd99=viw&dd98=pb>

Hatfield, E., e Rapson, R. L. (2009). The neuropsychology of passionate love and sexual desire. Em E. E. M. Cuyler, e M. Ackhart (Eds.), *Psychology of social relationships*. Hauppauge: Nova Science Publishers.

Hessen, J. (2000). *Teoria do conhecimento*. São Paulo: Martins Fontes.

Johnstone, A. H. (1991). Why is Science difficult to learn? Things are seldom like they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.

Kim, J. (1989). The myth of nonreductive materialism. *Proceedings and addresses of the American Philosophical Association*, 63(3), 31-47.

- Kovac, J. (2001). Gifts and commodities in chemistry. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 7(2), 141-153.
- Kovac, J. (2002). Theoretical and practical reasoning in chemistry. *Foundations of Chemistry*, 4(2), 163-171.
- Labarca, M., Bejarano, N., e Eichler, M. L. (2013). Química e Filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. *Química nova*, 36(8), 1256-1266.
- Lamza, L. (2010). How much history can chemistry take? *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(2), 104-120.
- Laszlo, P., e Greenberg, A. (1991). Falacias acerca de la química. *Educación Química*, 2(1), 29-35.
- Laszlo, P. (2006). On the self-image of chemists, 1950-2000. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 12(1), 99-130.
- Lefèvre, W. (2012). Viewing chemistry through its ways of classifying. *Foundations of Chemistry*, 14(1), 25-36.
- Lombardi, O., e Labarca, M. (2007). The philosophy of chemistry as a new resource for chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 84(1), 187-191.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3), 267-285.
- Mortimer, E. F., e Scott, P. H. (2003). *Meaning making in science classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Mortimer, E. F., Scott, P. H., Amaral, E. M. R., e El-Hani, C. N. (2014). Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program. Em E. F. Mortimer, e C. N. El-Hani (Eds.), *Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp.3-34). Dordrecht: Springer.
- Mortimer, E. F., Scott, P. H., e El-Hani, C. N. (2011). Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, 30, 111-125.
- Newman, W. R., e Principe, L. M. (1998). Alchemy vs Chemistry: the etymological origins of a historiographic mistake. *Early science and medicine*, 3(1), 32-65.
- Nicolli, A. A., e Mortimer, E. F. (2012). Perfil conceitual e a escolarização do conceito de morte no ensino de ciências. *Educar em Revista*, 28(44), 19-35.
- Patil, Y. (2014). The chemistry of love. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(4), 1317-1319.
- Pessoa-Júnior, O. (2009). A classificação das diferentes posições em Filosofia da Ciência. *Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia*, 6(1), 54-60.
- Plesch, P. H. (1999). On the distinctness of chemistry. *Foundations of chemistry*, 1(1), 6-15.

Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge: towards a post-critical philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press.

Reis, V. P. G. S., e El-Hani, C. N. (2017). Um modelo de perfil conceitual de herança biológica. Anais do XI ENPEC. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0486-1.pdf>

Ribeiro, M. A. P., e Pereira, D. C. (2013). Constitutive pluralism of chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. *Science & Education*, 22(7), 1809-1837.

Scerri, E. R., e McIntyre, I. (1997). The case for the philosophy of chemistry. *Synthese*, 111(3), 213-232.

Schizas, D., Psillos, D., e Stamou, G. (2016). Nature of science or Nature of the Sciences. *Science Education*, 100(4), 706-733.

Schopenhauer, A. (2000). *Metafísica do amor, metafísica da morte*. São Paulo: Martins Fontes.

Schummer, J. (1997a). Challenging standard distinctions between science and technology: the case of preparative chemistry. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 3, 81-94.

Schummer, J. (1997b). Scientometric studies on chemistry I: the exponential growth of chemical substances, 1800-1995. *Scientometrics*, 39(1), 107-123.

Schummer, J. (1997c). Scientometric studies on chemistry II: aims and methods of producing new chemical substances. *Scientometrics*, 39(1), 125-140.

Schummer, J. (1998). The chemical core of chemistry, I: A conceptual approach. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4(2), 129-162.

Schummer, J. (2001). Ethics of chemical synthesis. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 7(2), 103-124.

Schummer, J. (2003). The notion of nature in chemistry. *Studies in History and Philosophy of Science*, 34(4), 705-736.

Schummer, J., Bensaude-Vincent, B., e Tiggelen, V. (2007). *The public image of chemistry*. Singapore: World Scientific.

Schummer, J. (2010). The Philosophy of Chemistry. Em F. Allhoff (Ed.), *philosophies of the sciences: A guide* (pp.163-183). New Jersey: Blackwell-Wiley.

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

Schutz, A. (1967). *The phenomenology of the social world*. New York, NY: Northwestern University Press.

Sepúlveda, C., Mortimer, E. F., e El-Hani, C. N. (2013). 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*, 18(2), 439-479.

Silva, J. R. R. T., e Amaral, E. M. R. (2013). Proposta de um perfil conceitual para substância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 53-72.

Sjöström, J. (2007). The discourse of chemistry (and beyond). *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 13(2), 83-97.

Solsona, N., Izquierdo, M., e De Jong, O. (2001). Un estudio de la evolución de los perfiles conceptuales del alumnado sobre la reacción química. *Revista de Educación en Ciencias*, 2(1), 44-48.

Stein, R. L. (2004). Towards a process philosophy of chemistry. *HYLE – international journal for philosophy of chemistry*, 10(1), 5-22.

Tala, S. (2013). Knowledge building expertise: nanomodeller's education as an example. *Science & Education*, 22(3), 1323-1346.

Talanquer, V. (2013). School chemistry: the need for transgression. *Science & Education*, 22(7), 1757-1773.

Tulviste, P. (1991). *The cultural-historical development of verbal thinking*. New York, NY: Nova Science.

Van Brakel, J. (1997). Chemistry as the science of the transformation of substances. *Synthese*, 111(3), 253-282.

Van Brakel, J. (2014). Philosophy of science and philosophy of chemistry. *HYLE – international journal for philosophy of chemistry*, 20(1), 11-57.

Vandenberghe, F. (2006). Amando o que conhecemos: notas para uma epistemologia histórica do amor. *Ciências Sociais Unisinos*, 42(1), 65-71.

Vihalemm, R. (2011). The autonomy of chemistry: old and new problems. *Foundations of Chemistry*, 13(2), 97-107.

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. London: Harvester Wheatsheaf.

Whitehead, A. N. (1978). *Process and reality: an essay in cosmology*. New York: Macmillan.

Anexo 1.- Episodio do ensino.

1. P: Vamos 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.