

Semiótica no ensino da composição química dos materiais

Semiotics in teaching the chemical composition of materials

Isadora Melo Gonzalez

Universidade Federal da Bahia

isadoramgonzalez@gmail.com

José Luis P. B. Silva

Universidade Federal da Bahia

joseluis@ufba.br

Resumo

Esta comunicação apresenta uma investigação acerca do emprego do signo composição química na resolução de problemas de química, por estudantes. Oito licenciandos em química resolveram três problemas explicando-os, simultaneamente, à investigadora. Os dados foram constituídos pelos registros da atividade em vídeo e áudio, juntamente com o material escrito. Os resultados mostram dificuldades inesperadas dos licenciandos em traduzir os nomes das substâncias para fórmulas químicas, uma vez que vários deles se encontravam em estágios avançados do curso. As fórmulas foram empregadas pela maioria de modo qualitativo, apenas, possivelmente devido ao modo escolhido para resolver o problema. Mesmo aqueles que utilizaram os aspectos qualitativos e quantitativos das fórmulas, não explicitaram os códigos empregados, cometendo erros conceituais. Conclui-se pela necessidade de trabalhar mais detalhadamente as relações entre expressões e significados no ensino da composição química, assim como, de pesquisar mais profundamente os aspectos semióticos do ensino de química.

Palavras chave: semiótica, composição química, ensino de química.

Abstract

This presentation shows an investigation on the employment of the chemical composition sign in the resolution of chemistry problems by students. Eight chemistry licentiates solved three problems while simultaneously explaining them to the researcher. The data consisted of video and audio records of the previously mentioned activity, along with written material. The results show unexpected difficulties felt by the licentiates when translating substances names into chemical formulas, since many of them were in advanced stages of the course. Most students used the formulas only in a qualitative manner, possibly due to the method they chose to solve the problem. Even those who used qualitative and

quantitative aspects of the formulas did not make explicit the codes being used, making conceptual mistakes. In conclusion, it is necessary to address more thoroughly the relation between expressions and meanings in the teaching of the chemical sign, as well as deeply researching the semiotic aspects in chemistry teaching.

Key words: semiotics, chemical composition, chemistry teaching.

Introdução

Toda linguagem veicula significados (VIGOTSKI, 2009; ECO, 2000) e a linguagem da química não é exceção (LAVOISIER, 2007). Os químicos descrevem, explicam, reproduzem e preveem fatos materiais e, nesse mister, empregam tanto as linguagens naturais concernentes às comunidades linguísticas onde atuam quanto uma linguagem especial, constituída por: 1) termos provenientes da linguagem natural ou especificamente convencionados, cujos significados são próprios da química e relacionados a: (a) conceitos: substância, transformação, átomo, elétron, entre outros; (b) nomes de substâncias e de classes de substâncias: metano, hidrocarbonetos etc.; 2) símbolos dos elementos químicos, por exemplo: Ne, O, Mg; fórmulas químicas: CH₄, Ca(OH)₂ etc.; e equações químicas, a exemplo de: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

As linguagens empregam signos, entendidos como constituídos, pelo menos, por uma expressão — um som, um sinal gráfico etc. — e por um conteúdo — o significado do signo. Daí, que tanto as palavras da linguagem comum quanto os termos químicos, símbolos, fórmulas e equações químicas são signos, pois há signo “toda vez que um grupo humano decide usar algo como veículo de outra coisa” (ECO, 2000, p. 12).

Embora não tomemos o mesmo encaminhamento, temos conhecimento que pesquisadores na área de ensino de química, fundamentados na relação entre os signos e os objetos proposta na teoria semiótica de Charles Peirce, tratam de classificar os signos químicos em ícones, índices e símbolos (GOIS; GIORDAN, 2007; WARTHA; REZENDE, 2011).

É sabido, também, que no âmbito do ensino de química, muitas são as dificuldades e os problemas que os estudantes costumam enfrentar ao lidarem com os signos químicos, seja com as expressões, seja com significados que compõem os mesmos. Já foram identificados, por exemplo, problemas baseados na linguagem, problemas devido à compreensão conceitual e problemas devido à seleção e interpretação inadequadas das fórmulas (TASKIN; BERNHOLT, 2014).

Nossa experiência como professor/a e pesquisador/a da área de ensino de química tem mostrado que ocorrem dificuldades de compreensão dos significados vinculados aos signos químicos utilizados no ensino médio e que este problema pode acompanhar os estudantes que ingressam nos cursos de química no nível superior, a exemplo da Licenciatura em Química. Ora, se cabe à escola promover a apropriação da cultura, o que se dá, obrigatoriamente, pela mediação semiótica (MALDANER, 2003), é preciso que professores e futuros professores saibam como os signos se constituem e como contribuem para a formação dos aprendizes.

A atividade química tem como fundamentos conceituais a composição e a transformação dos materiais (SILVA, 2007), a partir dos quais são investigadas as propriedades dos materiais e possibilidades de produção em larga escala, visando seu emprego. Sendo assim, a composição dos materiais pode ser considerada como ideia estruturadora do pensamento químico, já que potencializa a nossa capacidade de relacionar, sintetizar e propor explicações (LIMA; BARBOZA, 2005). Consideramos, neste trabalho, que o conceito é um tipo de signo com elevado grau de abstração e generalidade. Logo, um conceito possui uma expressão e um significado. Na linguagem química o significado da composição pode ser expresso tanto por um nome quanto por uma fórmula. Tal fato requer, muitas vezes, a tradução do nome em fórmula e vice-versa, no intuito de promover a comunicação entre químicos ou entre professores de química e estudantes.

Em vista do problema exposto e da importância do conceito de composição na formação dos professores de química, nossa investigação teve como objetivo compreender como licenciandos em química empregam o conceito/signo composição química em situações de resolução de problemas teóricos de química.

Esta comunicação apresenta os resultados da análise dos dados à luz da semiótica de Umberto Eco (2000). Especificamente, neste trabalho, temos como objetivo analisar as atividades de interpretação e tradução de fórmulas empíricas realizadas por estudantes do curso de Licenciatura em Química.

Um referencial semiótico

Eco adota a noção de Hjelmslev de que um signo pode ser compreendido como o encontro de “elementos mutuamente dependentes, oriundos de dois sistemas diferentes e associados por uma correlação codificante. Propriamente falando, não há signos, mas funções sígnicas” (ECO, 2000, p. 40 *apud* HJELMSLEV, 1943).

Uma função, em termos gerais, deve ser compreendida como uma dependência (relação) entre funtivos¹, os quais pressupõem outros, formando uma rede. Dizer, então que um termo, ou funtivo, tem uma relação com o outro, é dizer que um funtivo contrai uma função com o outro. A função sígnica tem como funtivos: expressões e significados. A análise da função sígnica deve considerar as dependências da totalidade com as suas partes, assim como as relações que cada parte estabelece com outras de mesmo grau e de diversos graus de generalidade (HJELMSLEV, 2013). Portanto, o mais relevante em um processo de análise de um signo é a descrição e a compreensão das dependências entre expressão e conteúdo (ECO, 2000).

A função sígnica ou função semiótica “é, em si mesma, uma solidariedade: expressão e conteúdo são solidários e um pressupõe necessariamente o outro. Uma expressão só é expressão porque é a expressão de um conteúdo, e um conteúdo só é conteúdo porque é conteúdo de uma expressão” (HJELMSLEV, 2013, p. 54). Logo, a dificuldade na compreensão da expressão e/ou do conteúdo de dada função sígnica, implicará em dificuldades do seu emprego no processo de comunicação.

As relações entre expressão e significado não são exclusivas: a expressão, também denominada de veículo expressivo do conteúdo, é o que se dá à percepção, podendo veicular conteúdos diversos. O conteúdo, que assumimos como sinônimo de significado e é da ordem do mental, pode, analogamente, ter várias expressões.

O significado de um termo corresponde a uma unidade cultural (ou unidade semântica), algo que determinada cultura “definiu como unidade distinta, diversa de outras, podendo ser uma pessoa, uma localidade geográfica, uma coisa, um sentimento, uma presença, uma ideia, uma alucinação” (ECO, 2000, p. 56-57).

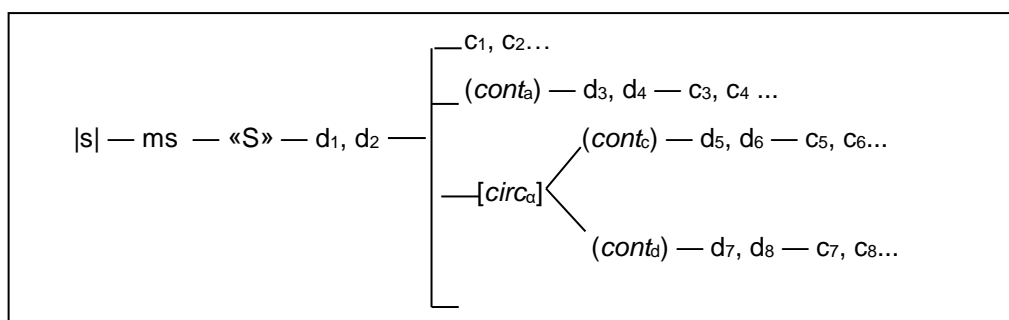
As culturas segmentam o universo perceptível e pensável e os modos como o fazem dão origem a sistemas de unidades semânticas ou significados, que os códigos fazem corresponder aos sistemas das expressões. A dependência entre expressão e conteúdo, decorrente da interação social, só se realiza em contextos previstos por sistemas de significação ou códigos. Portanto, para que haja significação, deve existir um código que orienta e estabelece a correspondência entre um veículo expressivo e um conteúdo. Para funcionar adequadamente, não basta que o código exista, é preciso que seja aceito socialmente.

É com base no código, ou seja, nas regras de dependência entre expressão e conteúdo, que o destinatário interpreta e responde uma mensagem que haja recebido. Emite-se uma “resposta significada”, pois se trata de “uma significação veiculada por uma significação anterior” (ECO, 2000, p. 45).

Eco (2000) criou um instrumento de análise da função sígnica, ao qual denominou de *Árvore*

¹ Os elementos que contraem uma função são denominados funtivos.

Componencial (Quadro 1), cujos componentes são: o veículo expressivo, |s|; as marcas sintáticas ou semânticas (que pertencem à expressão), ms; a unidade cultural/significado veiculado por |s|, «S»²; as denotações e as conotações, d e c, que compõem «S»; seleções de contexto e circunstâncias, respectivamente, cont. e circ.



Quadro 1: Estrutura geral da árvore componencial (ECO, 2000, p. 95).

Por denotação, entende-se o significado primeiro que um termo provoca no destinatário da mensagem. A conotação é uma significação veiculada, instituída por um subcódigo, decorrente de uma significação anterior (denotação).

Um veículo expressivo, na realidade, pode denotar e conotar vários significados, a depender das seleções contextuais e circunstanciais. O contexto é definido por meio das conexões de um termo com outros termos de um mesmo sistema semiótico (ECO, 1986). As circunstâncias (circ) registram outros significados que pertencem a muitos sistemas semióticos comumente ocorrentes com um mesmo veículo expressivo. Podem ser compreendidas como os condicionamentos mentais, econômicos, biológicos, físicos, presentes na comunicação. Cabe à cultura classificar as circunstâncias recorrentes em que um termo ou uma frase adquirem um significado possível (ECO, 1986, 2000).

A árvore componencial evidencia como séries de conotações fixadas por subcódigos se apoiam em uma denotação primeira. Portanto, para especificar um significado deve-se atentar para o contexto e recorrer ao auxílio da circunstância de comunicação.

O código, juntamente com subcódigos, prevê uma série de seleções contextuais e circunstanciais correlacionáveis às expressões constituintes de uma mensagem. Desse modo, quando a mensagem alcança o destinatário torna-se fonte de diversos conteúdos possíveis. A informação da mensagem fica, então, dependente da escolha entre os possíveis percursos de leitura, mas é, também, influenciada pelas opções de seleção contextual e circunstancial do destinatário que, afinal, decidirá pela interpretação final.

Semiótica da composição química

A partir do século XVII, os químicos passaram a utilizar de uma linguagem própria e sistematizada, pois, estavam determinados a promover uma reforma na ciência química, visando pensar o mundo por meio do conhecimento químico, isto é, “a partir do código incessante do visível para o invisível” (LASZLO, 1995, p. 30). Todo o progresso da teoria química e das tecnologias relacionadas contribuiu para promover mudanças na linguagem química. Atualmente, a nomenclatura química — expressões [fórmulas empíricas] e [nomes das substâncias] — tem a função de fornecer informação sistemática sobre a composição e estrutura de cada substância, de acordo com regras gerais propostas pela União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC (CONNELLY et al., 2005). As fórmulas empíricas, que encontram-se correlacionadas aos nomes das substâncias, tiveram um desenvolvimento histórico (BELMAR; SÁNCHEZ, 1998).

A composição de uma substância é determinada por processos de análise química. Por fórmula

² Utilizaremos esta notação para explicitar as partes que constituem o signo: |expressão| e «conteúdo» ou «significado».

empírica de uma substância entende-se, atualmente (CONNELLY et al. 2005), a justaposição de símbolos atômicos (letras maiúsculas e minúsculas) com números subscritos adequados, possibilitando a escrita da fórmula mais simples possível que expresse a composição de um composto.

As sintaxes das fórmulas empíricas e dos nomes de substâncias estabelecem a ordenação dos símbolos atômicos e a indicação da proporção dos elementos constituintes da substância.

A sequência dos símbolos na fórmula empírica de compostos binários — empregados na presente investigação — tem, em geral, como princípio ordenador³ a eletronegatividade: em primeiro lugar se escreve o símbolo do elemento menos eletronegativo, seguido (à direita) do mais eletronegativo. Por exemplo: XeF_6 .

Para indicar a proporção dos elementos constituintes (átomos ou grupos individuais de átomos) na fórmula empírica, empregam-se algarismos arábicos subscritos à direita dos símbolos dos elementos. O número um (1), por sua vez, não precisa ser indicado.

Existem casos em que é preciso recorrer ao uso de parênteses nas fórmulas. Os parênteses visam evitar ambiguidades e indicam: (a) presença de grupos de átomos ou íons; (b) quando um grupo de átomos ou íons comparece mais de uma vez na fórmula; neste caso, um número subscrito segue o parêntese de fechamento. Exemplo: $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Letras (ou grupos de letras) e números combinados segundo a sintaxe convencional tornam-se marcas semânticas das fórmulas empíricas.

A sintaxe dos nomes de compostos binários se baseia no critério da eletronegatividade. Em língua portuguesa, o nome da substância é escrito em ordem inversa da fórmula: primeiro o nome do elemento mais eletronegativo, seguido do nome do elemento menos eletronegativo. O nome do elemento mais eletronegativo é modificado pela terminação |eto| ou |ido|, ao passo que o nome do elemento menos eletronegativo permanece sem alteração. Os índices numéricos são escritos como prefixos: mono-, di-, tri- etc.

Neste trabalho, consideraremos que a atividade de interpretar um signo consiste em evidenciar o significado intencionado pelo emitente da sua expressão (autor de um texto), uma vez que o código que estabelece a relação entre o nome de cada substância e/ou a fórmula química com sua composição foi estabelecido visando interpretação única. O objetivo é tornar universais os significados veiculados pelas expressões |nome de substância| e/ou |fórmula química|, de modo que toda a comunidade química fizesse uso de uma mesma linguagem (CONNELLY et al., 2005).

Tanto a interpretação das expressões |nome de substância| e |fórmula química|, quanto sua mútua tradução requer o conhecimento da sintaxe vinculada ao código que estabelece os seus significados. Portanto, a interpretação antecede a tradução, entendida como movimento entre expressões com mesmo significado (ECO, 2010).

Metodologia

Adotamos o método de pesquisa qualitativo, uma vez que pretendíamos compreender os sujeitos participantes como seres históricos, além de analisar e caracterizar as condições nas quais ocorre todo o processo investigativo e, não somente, seus resultados e possíveis produtos (TRIVIÑOS, 2007).

Participaram da pesquisa oito estudantes⁴ do curso de Licenciatura de Química da Universidade Federal da Bahia.

Tendo a química como o campo da realidade a orientar as escolhas de códigos e subcódigos, elaboramos três problemas que cada licenciando em química deveria resolver, visando nosso objetivo de compreender como empregariam o conceito/signo composição química na sua resolução. Para que

³ Outro modo de escrita das fórmulas é por ordem alfabética, pouco usado em compostos binários.

⁴ Cada estudante assinou termo de consentimento livre e esclarecido para participar da investigação. Seus nomes foram substituídos por códigos (E1, ..., E8) para preservar suas identidades.

as resoluções dos problemas estivessem ao alcance de todos os estudantes — uma vez que apresentavam diferença de formação — optamos por adaptar questões de vestibulares da UFBA e exercícios de livros didáticos de química para o ensino médio. Os contextos foram estabelecidos pelos enunciados das questões, constituídos por vários termos do sistema semiótico químico, que estabeleciam conexão entre si, denotando e conotando os significados das expressões apresentadas. As resoluções dos três problemas propostos requeriam o conhecimento da composição das substâncias citadas nos enunciados.

Cada estudante foi solicitado a resolver os três problemas e a explicar oralmente e/ou por escrito os procedimentos adotados. A atividade foi gravada em vídeo e áudio e o material escrito foi recolhido para análise posterior. As gravações foram transcritas para textos escritos e, juntamente com os registros produzidos pelos estudantes constituíram os dados da pesquisa.

Passamos à análise de conteúdo, buscando inferir/deduzir significações nos diferentes tipos de discursos (BARDIN, 2002). Definimos como unidades de análise trechos das explicações dos licenciandos sobre os procedimentos usados na interpretação das expressões [fórmula empírica], a partir dos quais elaboramos árvores componenciais (ACs) compostas pelos significados — denotações e conotações — inferidos.

Nossa compreensão do emprego do conceito composição química, pelos licenciandos, na resolução dos problemas se baseou nos seguintes aspectos: a) identificação dos elementos constituintes da substância; b) identificação das proporções entre os elementos no composto ou das suas quantidades; c) uso de normas (códigos e subcódigos) de escrita das fórmulas empíricas (eletronegatividade, caráter metálico dos elementos, omissão do subíndice 1).

Neste trabalho, apresentaremos de modo mais detalhado, aspectos da análise dos processos envolvidos nas resoluções do Problema 1:

Dentre os pares de substâncias: a) *cal e ferrugem*; b) *quartzo e seleneto de zinco*; c) *ácido clorídrico e fluoreto argéntoso*, indique, em cada par, a substância que tem a temperatura de fusão mais baixa. Considere os modelos de ligações químicas e de interações intermoleculares apropriados em cada caso. Informações extras: 1. A força de uma ligação iônica depende da carga dos íons, ou seja, quanto maior a carga, maior será a atração eletrostática entre os íons; 2. Ao comparar substâncias que apresentam mesma força de interação entre seus constituintes, a substância com maior temperatura de ebulição e de fusão será aquela a apresentar maior massa molar.

O Problema 1, elaborado a partir da adaptação de um exercício de um livro didático de química do ensino médio (MACHADO; MORTIMER, 2011), requeria o uso das fórmulas para a previsão de propriedades como a temperatura de fusão.

Resultados

As resoluções do Problema 1 (P1) revelaram que os licenciandos não usaram os nomes das substâncias apresentados no enunciado desse problema para obter as fórmulas químicas consideradas necessárias, foi preciso que a entrevistadora (P) as fornecesse: $|\text{Ca}(\text{OH})_2|$, $|\text{Fe}_2\text{O}_3|$, $|\text{SiO}_2|$, $|\text{ZnSe}|$, $|\text{HCl}|$ e $|\text{AgF}|$. Portanto, a relação entre [nome da substância] e os «significados referentes aos aspectos qualitativo e quantitativo da composição elementar», não apresentou o grau de dependência que esperávamos de estudantes de um curso de Licenciatura em Química.

O comentário seguinte mostra que as informações extraídas das fórmulas pela maioria dos licenciandos (E2, E3, E4, E6, E7 e E8) limitaram-se aos elementos/grupos e ligações:

P: O que você visualizou aqui (aponta para a fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$)?

E2: Os elementos e a ligação, por exemplo, Ca e OH, através desses dois eu consigo visualizar que aqui (aponta para a fórmula de Lewis) duas ligações

covalentes e aqui (aponta para a fórmula de Lewis da ferrugem) eu vou ter três.

Já o aspecto quantitativo da composição das substâncias não foi correlacionado às expressões em questão. A árvore componencial para a expressão $|\text{Ca}(\text{OH})_2|$ do Quadro 2, por exemplo, evidencia a ausência de marcas semânticas relacionadas aos significados quantitativos como: a indicação da presença, ou não, de índices numéricos; e o uso de parênteses.

$|\text{Ca}(\text{OH})_2|$ — [ms: três símbolos de elementos] — «fórmula química» — *cont.* [Enunciado P1] — substância composta pelo elemento cálcio combinado com o grupo hidroxila (composto por oxigênio e hidrogênio) — que interagem por ligações covalentes.

Quadro 2: Processo de interpretação de $|\text{Ca}(\text{OH})_2|$ pelos licenciandos E2, E3, E4, E6, E7 e E8.

Uma hipótese para a falta de referência à composição quantitativa das substâncias é que a resolução do problema tipos de ligação química independe da quantidade dos átomos. A opção por resolver a questão por ligação química tornou-se uma circunstância de significação, na qual se emprega o subcódigo da eletronegatividade ou do caráter metálico dos elementos. Contudo, constatamos que os licenciandos E2, E3, E4, E7 e E8, não explicitaram tais subcódigos no transcorrer das atividades de interpretação das fórmulas dos compostos binários.

Os licenciandos E1 e E5 empregaram a massa molar como critério de comparação entre os pares das substâncias para resolver o Problema 1. Por isso, necessitaram da quantidade de cada elemento:

P: Para fazer o cálculo da massa molar você precisou das fórmulas por causa de duas coisas, para saber quais as espécies envolvidas e a...

E5: Quantidade.

P: Quantidades de cada uma delas, então essas duas informações vêm das fórmulas?

E5: Sim.

Para as interpretações da expressão $|\text{SiO}_2|$, por exemplo, elaboramos a árvore componencial apresentada no Quadro 3:

$|\text{SiO}_2|$ — ms: dois símbolos de elementos — «fórmula química» — *cont.* [Enunciado P1] — substância composta pelo elemento silício combinado com o elemento oxigênio, nas quantidades: 1 silício e 2 oxigênios.

Quadro 3: Árvore componencial representando a interpretação de $|\text{SiO}_2|$ pelo licenciando E1 e E5.

O fato de E1 e E5 terem se orientado por um contexto distinto dos outros licenciandos, promoveu a correlação do significado: «quantidade de X e de Y», a partir da interpretação dos índices numéricos subscritos ao lado direito de cada símbolo. Tal significado só poderia ser atribuído àquelas fórmulas que representassem as substâncias cujos constituintes fossem moléculas, isto é, no caso de $|\text{HCl}|$. Para as fórmulas $|\text{Ca}(\text{OH})_2|$, $|\text{SiO}_2|$, $|\text{Fe}_2\text{O}_3|$, $|\text{AgF}|$ e $|\text{ZnSe}|$, que são representações de substâncias compostas por retículos tridimensionais indeterminados o significado atribuído deveria ser «proporção de p: q de X em relação a Y». Porém, tal distinção não foi levada em conta pelos licenciandos E1 e E5. Isto pode ter ocorrido devido aos licenciandos, não terem pensado em definir o tipo de constituinte das substâncias — átomos, íons, moléculas, retículos — antes de concluir se os índices numéricos denotavam «quantidade» ou «proporção». Inferimos, então, que problemas conceituais químicos podem ocorrer caso as correlações estabelecidas entre expressões e significados sejam orientadas por códigos tácitos e utilitários.

A correlação entre as fórmulas empíricas e os significados «quantidade» ou «proporção» poderia ter sido orientada pelo subcódigo da eletronegatividade. E1 e E5 poderiam ter avaliado, por exemplo, se as fórmulas representavam compostos iônicos, covalentes ou moleculares.

Ainda acerca do aspecto quantitativo, E1 e E5 interpretaram a ausência de índices numéricos de acordo com a norma de escrita das fórmulas empíricas, que orienta que quando os índices numéricos forem iguais a 1 (um), estes não devem ser escritos. Isto pode ser observado na árvore componencial do Quadro 2, por exemplo.

À vista do exposto, constatamos que para os licenciandos a expressão |fórmula empírica| pressupõem a composição dos materiais, e vice-versa, embora dependam do contexto para denotar ora o aspecto qualitativo, ora o quantitativo, ou ora ambos.

Considerações finais

Diante dos resultados alcançados, pensamos que à medida que nos apropriarmos de uma nova perspectiva acerca dos signos químicos por meios de lentes semióticas podemos ampliar nossa capacidade, como pesquisadores e professores da área de ensino de química, de compreender que o emprego de signos químicos envolve: (i) discriminação e identificação de elementos estruturadores — marcas semânticas — das expressões químicas; (ii) compreensão dos significados dos conceitos químicos veiculados pelas expressões químicas; (iii) conhecimento e aplicação de códigos, ou seja, de regras de significação que correlacionam expressões e significados dos conceitos químicos; (iv) consideração da influência do contexto e das circunstâncias em que os signos químicos são empregados; e (v) o desenvolvimento do grau de dependência entre expressões e significados dos conceitos químicos.

Além de usarmos árvores componenciais como instrumento de avaliação, uma vez que as mesmas explicitam toda estrutura de um signo químico: expressão, significados, marcas semânticas, códigos, contexto, circunstância, podemos passar a considerar o domínio do conhecimento acerca das expressões, dos significados, e dos códigos, pelos estudantes. Usando o signo composição química para ilustrar nossa proposição, pensamos que um percurso de ensino sobre este signo envolveria o estudo: a) dos significados qualitativos e quantitativos da composição das substâncias; b) dos nomes das substâncias e das fórmulas empíricas, com destaque para as suas respectivas marcas semânticas; c) os códigos que promovem a contração dos fúntivos ora citados; e d) da origem histórica e social desses três aspectos do signo composição química.

No âmbito da pesquisa na área de ensino de química, pensamos que a partir da nossa investigação podemos ter desdobramentos, uma vez que apresentamos um referencial teórico e metodológico que julgamos ser capaz de propiciar novas análises acerca de outros signos químicos, o que implica na possibilidade de conhecermos mais sobre as expressões, os conteúdos, e os códigos químicos elaborados sócio e historicamente. Além de possibilitar a análise de práticas pedagógicas que venham a incorporar os conhecimentos semióticos que abordamos.

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2002.

BELMAR, A.; BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. Lenguaje, ciencia e historia: una introducción histórica a la terminología química. *Alambique*, 17, p. 20-37, 1998. Disponível em: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/24348/1/1998_GarciaBelmar_Bertomeu_Alambique.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2012.

CONNELY, N. G. et al. *Nomenclature of inorganic chemistry – IUPAC recommendations 2005*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. Disponível em: <http://old.iupac.org/publications/books/rbook/Red_Book_2005.pdf> Acesso em: 3 mar. 2015.

ECO, U. *Lector in fabula*. São Paulo: Perspectiva, 1986.

_____. *Tratado geral de semiótica*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

_____. *As formas do conteúdo*. 3. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.

- GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 34-42, 2007.
- HJELMSLEV, L. *Prolegômenos a uma teoria da linguagem*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- LASZLO, P. *A palavra das coisas ou a linguagem da química*. Lisboa: Gradiva, 1995.
- LAVOISIER, A-L. *Tratado Elementar de Química*. São Paulo: Madras, 2007.
- LIMA, M. E. C. C.; BARBOZA, L. C. Ideias estruturadoras do pensamento químico. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 39-43, 2005.
- MACHADO, A.; MORTIMER, E. *Química: ensino médio*. São Paulo: Scipione, 2011, v. 1.
- MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.
- SILVA, José Luis P. B. et al. A composição no ensino de química. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. *Anais...* Belo Horizonte: ABRAPEC/UFMG, 2007. 1 CD. Disponível em:
<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p70.pdf>>.
- TASKIN, V.; BERNHOLT, S. Students' Understanding of Chemical Formulae: A Review of Empirical Research. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 1, p. 157-185, 2014. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/>>. Acesso em: 13 dez. 2014.
- TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais - a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigação em ensino de ciências*, v. 6, p. 275- 290, 2011.