

ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE INTERPRETAÇÃO E TRADUÇÃO DE FÓRMULAS EMPÍRICAS

Analysis of interpretation and translation of empirical formulas

Isadora Melo Gonzalez

Faculdade de Educação - UFBA
isadoramgonzalez@gmail.com

José Luis de Paula Barros Silva

Instituto de Química- UFBA
zeluis_ufba@yahoo.com.br

Resumo

O trabalho tem como objetivo apresentar resultados da análise da participação dos processos psíquicos (PQs) constituídos por: percepção, atenção, memória e pensamento lógico nas atividades de interpretação e tradução das fórmulas empíricas realizadas pelos licenciandos em química ao resolverem problemas teóricos de química. Pressupondo que os referidos PQs atuam durante a interpretação e a tradução (atividades conscientes) de expressões químicas, realizamos uma pesquisa qualitativa com licenciandos em química que ao resolverem um desafio tiveram que interpretar e traduzir fórmulas empíricas. Como resultado identificamos as ações auxiliares referentes aos PQs mobilizados em tais atividades.

Palavras-chave: expressões químicas, interpretação, tradução, processos psíquicos, desenvolvimento.

Abstract

The study aims to present results of the analysis of the participation of psychic processes (PQs) consisting of: perception, attention, memory and logical thinking in interpretation and translation exercises using empirical formulas carried out by undergraduate chemistry students when solving theoretical chemistry problems. Supposing that the aforementioned PQs act during interpretation and translation (conscious activities) of chemical expressions, we carried out a qualitative research with undergraduate chemistry students who, while solving a challenge, had to interpret and translate empirical formulas. As a result, we identified the auxiliary actions referring to PQs used in such exercises.

Key words: chemical expressions, interpretation, translation, psychic processes, development.

Introdução

A pesquisa de doutorado que objetivou analisar como licenciandos em química usam o signo composição química ao se relacionarem com substâncias envolvidas em problemas teóricos de química engendrou um aporte teórico para a análise da influência da apropriação de signos químicos no desenvolvimento de processos psíquicos. O referido aporte teórico— uma articulação entre a semiótica de Umberto Eco e a psicologia histórico-cultural de Vigotski e colaboradores — apresenta princípios e fundamentos para compreendermos como os processos psíquicos atuam durante a interpretação e a tradução de expressões químicas por parte de estudantes de química nos vários níveis e modalidades de ensino. Compreendemos, por exemplo, que à medida que as atividades de interpretação e tradução de expressões de signos químicos passam a ser entendidas como objeto de consciência, passamos a ter outra relação com as mesmas, uma vez que as diferenciamos da atividade geral da consciência. Tomar consciência de que interpretamos e traduzimos expressões de signos químicos é um passo importante na direção de que aprendemos a realizá-las. A aquisição de tal capacidade pode influenciar na apropriação e maneira como empregamos os signos químicos e na formação do pensamento químico.

Uma vez que as atividades de interpretação e tradução das expressões dos signos requerem a participação dos processos psíquicos que servem como base para as ações auxiliares que as constituem, realizamos uma pesquisa qualitativa com o objetivo de analisar a participação dos processos psíquicos nas atividades de interpretação e tradução das fórmulas empíricas realizadas pelos licenciandos em química ao resolverem problemas teóricos.

Referencial teórico

A linguagem — palavras, sons, gestos e sinais gráficos dentre outras— vinculadas a objetos, é responsável pela capacidade do ser humano de discriminar e dirigir a atenção para os mesmos e conservá-los na memória. Assim interagimos com os objetos mesmo na ausência desses, pois passamos a não depender da experiência imediata com os objetos. Experiência essa que é histórica e social, já que é por meio da linguagem que abstraímos propriedades essenciais dos objetos, relacionamos os sinais e marcas perceptíveis, ou não perceptíveis, e os classificamos, criando representações do mundo.

O processo de comunicação, que depende do uso da linguagem, pode ser entendido como a passagem de um sinal de uma fonte transmissora, ao longo de um canal, até um destinatário. Tal processo acontece ao mesmo tempo ao processo de significação. Isto ocorre quando o destinatário é um ser humano e existe a solicitação de uma resposta interpretativa por parte do mesmo (ECO, 2000). A comunicação pode ser compreendida como atividade semântica, logo o seu conteúdo pode ser estudado como unidade semântica ou unidade cultural, entendida como algo que certa cultura diferenciou de outras (ECO, 2000). Desse modo, considera-se que o universo perceptível e pensável é passível de ser segmentado por distintas culturas. O modo como o fazem “dá origem a sistemas de unidades culturais (ou significados) que ao serem correlacionados a expressões, sob orientação de um código, dão origem aos signos” (PRÓPRIOS AUTORES).

O ensino é um processo de comunicação com significação, pois existe uma mensagem emitida pelo professor que é recebida pelo estudante que cumpre com a função de destinatário. De acordo com Luria (1979a), interações sociais intencionalmente planejadas são necessárias para a apropriação da linguagem que, uma vez que esta exerce influência sobre os campos da

atividade consciente do ser humano, promovendo o desenvolvimento dos seus processos psíquicos: percepção, atenção, memória, pensamento etc.

A atividade consciente é aquela que não é somente determinada pela experiência direta com o mundo, mas também pelas impressões evidentes e não evidentes da realidade que o cerca. São exemplos de atividade consciente, a interpretação e tradução de signos. Vale ressaltar que a atividade de interpretação geralmente ocorre precedido pelo processo de tradução (ECO, 2011).

A interpretação é a ação de evidenciar o significado intencionado pelo proponente do signo, ou a natureza objetiva do signo (ECO, 2000). A preocupação, todavia, deve ser maior com os significados do que com o objeto representado, já que uma expressão não dá nome ao objeto, mas veicula um conteúdo cultural. De acordo com Vigotski (2009), um sinal desprovido de significado não passa de um rabisco qualquer, ou de um som incompreensível, ou seja, são coisas mortas. Podemos entender a interpretação como sendo uma recodificação ao ser recebida pelo destinatário e que decorre da discriminação do que é considerado como o mais substancial da mensagem, da abstração dos vestígios secundários e da generalização dos aspectos centrais da informação (LURIA, 1979b).

A atividade de tradução depende da perspectiva do sujeito que interpreta os signos, logo não ocorre a partir de compreensão neutra e desinteressada de significados veiculados por expressões. A interpretação é limitada pelo contexto, conseqüentemente, a tradução também é. Portanto, cabe ao contexto reduzir ou ampliar as possibilidades de significados que constituem um signo.

No âmbito da química, sabemos que os signos foram convencionalmente propostos e socialmente aceitos com o intuito de universalização dos significados veiculados por suas expressões. Portanto, a atividade de interpretação de expressões de signos químicos tem o compromisso de revelar significados originalmente correlacionados às expressões químicas. Em relação à atividade de tradução que precede as interpretações, no âmbito da Química é frequente a transferência de significados de uma expressão para outra.

A realização das atividades de interpretação e tradução requer a participação de processos psíquicos como percepção, atenção, memória e pensamento lógico que são evidenciadas por meio da realização de ações auxiliares correspondentes. Por exemplo, no caso das fórmulas empíricas — parte perceptível do signo composição química — realiza-se as seguintes ações auxiliares:

Tabela 1: Processos psíquicos e ações auxiliares das atividades de interpretação e tradução das fórmulas.

Processos psíquicos	Ações auxiliares correspondentes
PERCEPÇÃO	Discriminar aspectos perceptíveis da expressão fórmula empírica (marcas semânticas): símbolo dos elementos químicos, índices numéricos escritos ou não; ordem de escrita dos símbolos.
ATENÇÃO	Selecionar as marcas semânticas da expressão fórmula empírica e/ou os significados do conceito composição química necessários para resolver a situação problema; Converter as marcas semânticas da expressão fórmula empírica e/ou os significados do conceito composição química, em centro(s) de atenção; Direcionar-se pelo objetivo da situação problema e/ou pelo grau de automatização com que resolve a situação problema.



MEMÓRIA	Registrar os significados do conceito composição química veiculados pelas fórmulas empíricas, a partir do que recebe dos discursos verbais orais ou escritos; Reproduzir os significados do conceito composição química registrados, além de expressões, normas e outros conceitos químicos; Registrar as relações entre os significados do conceito composição química, e deste com outros conceitos químicos.
PENSAMENTO LÓGICO	Categorizar as substâncias representadas pelas fórmulas empíricas, isto é generalizar, em determinados grupos semânticos, como: compostos orgânicos ou inorgânicos; etc.; Estabelecer relações entre os significados do conceito composição química, e entre esse com outros conceitos químicos; Chegar a conclusões, ou seja, propor soluções para as situações problemas que abordem a composição e as transformações dos materiais.

Fonte: próprios autores.

À vista do exposto, consideramos que o processo de aprendizagem de conhecimentos químicos pressupõe o emprego de signos, que por sua vez depende das atividades de interpretação e tradução das expressões dos mesmos, e, conseqüentemente, requer a atuação dos processos psíquicos. Isto significa que quanto mais se propicia com frequência a realização das ações auxiliares de: discriminar, identificar, classificar, reproduzir o conhecimento memorizado, dirigir sua atenção, selecionar conceitos necessários para alcançar o objetivo, registrar novos conhecimentos, generalizar, estabelecer relações entre conceitos, dentre outras, estas ações passam a ser executadas com mais eficácia, implicando em maior capacidade dos aprendizes de perceber, memorizar, ter atenção e pensar de maneira lógica, isto é, desenvolvimento dos processos psíquicos desse aprendiz.

Metodologia

Desenvolvemos uma pesquisa qualitativa, envolvendo estudantes¹ do curso de Licenciatura de Química da Universidade Federal da Bahia. Ao serem convidados a participar da pesquisa, explicamos que seriam solicitados a resolverem um desafio que envolvia a interpretação e tradução de fórmulas empíricas. Disponibilizamos quinze cartões, nos quais estavam escritas fórmulas empíricas de compostos binários inorgânicos e solicitamos, individualmente, que formassem grupos com as fórmulas a partir de critérios escolhidos por eles, todavia nenhuma fórmula poderia ficar sem pertencer aos grupos formados. Ao fim da tarefa, deveriam revelar os critérios adotados. O desafio evidenciou as ações auxiliares mobilizadas durante a interpretação e tradução das fórmulas empíricas.

Realizamos entrevistas abertas, e comportamento e as falas dos licenciandos foram filmados e posteriormente transcritos. A análise de conteúdo foi orientada pelas categorias apresentadas na Tabela 01 (ver página 4). Procuramos identificar o uso dos verbos: lembrar, recordar, identificar, discriminar, abstrair, selecionar, registrar etc. que poderiam aparecer nos dados como termos enunciados pelos licenciandos e /ou ações praticadas pelos mesmos durante a resolução dos problemas. Além dos verbos, buscamos expressões, ou frases, ditas pelos licenciandos que nos remetessem às ações auxiliares correspondentes à percepção, à atenção, à

¹ Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. E tiveram seus nomes substituídos por rótulos alfanuméricos para representá-los preservando suas identidades

memória e ao pensamento lógico, tomando como base a inferência ou a dedução, levando em consideração os critérios de frequência, estruturas temáticas, entre outros (BARDIN, 2002).

Análise e resultados

Passamos a apresentar os resultados oriundos da análise sobre como os processos psíquicos atuam durante a interpretação e a tradução das fórmulas empíricas pelos licenciandos em química ao resolverem um desafio. Ressaltamos que pressupomos que as atividades de interpretação e tradução que constituem o emprego do signo composição química se caracterizam por:

(i) terem origem na apropriação de conhecimento produzido pela humanidade; (ii) serem atividades realizadas com frequência no curso de Licenciatura em Química, ou seja, fazem parte da interação social no âmbito da educação formal; (iii) abordarem impressões não evidentes, isto é, lidam com conceitos, logo são experiências mediatas, e não exclusivamente imediatas (diretas) com objetos, fenômenos e eventos; (iv) serem orientadas pela necessidade dos licenciandos de se apropriarem de mais conhecimento, especificamente, da ciência Química (GONZALEZ; 2016, p. 211).

Para a realização do desafio, solicitamos que os participantes da pesquisa formassem grupos com as quinze fórmulas escritas nos cartões a partir de critérios definidos por eles próprios. O licenciando E6 após concluir o desafio explicou como procedeu:

Eu utilizei o número de átomos, e, também, o tipo de ligação química. O tipo de átomo, metal, ametal, (aponta para o grupo Al_2S_3 , Sb_2S_3 , Fe_2O_3), neste grupo eu tenho metais com nox +3, usei o nox também. Aqui (Li_2S) o Li é um metal do grupo 1A, nox +1, essa semelhança com esse grupo (Al_2S_3 , Sb_2S_3 , Fe_2O_3) são semelhantes porque é metal com ametal. Aqui (MgO e CaS) temos elementos da família 2A e 6A, na ordem temos os alcalinos terrosos e os calcogênios, e fazem ligação química do mesmo tipo, que também é o mesmo tipo desses outros, é semelhante a esses outros (Al_2S_3 , Sb_2S_3 , Fe_2O_3 e Li_2S). E nesse grupo ($CaBr_2$, $HgCl_2$, $FeCl_3$, ClF_3) aqui todos têm halogênios. Aqui (NO_2 e N_2O) eu coloquei os óxidos, por causa dos oxigênios, neles o oxigênio é o mais eletronegativo. E aqui (HCl , BH_3 , H_2Se) eu tenho os hidretos, hidretos de cloro, hidretos ácidos também, pela presença do hidrogênio.

Outro exemplo é o caso do licenciando E5 que apresentou dificuldades para realizar o desafio e não conseguiu utilizar todas as fórmulas empíricas para formar grupos. Durante a tentativa de realizar o desafio solicitamos que E5 nos explicasse como estava procedendo:

Aqui (HCl , $HgCl_2$, $FeCl_3$) são cloretos de metais de transição, Hg também. Aqui (CaS e Li_2S) porque as fórmulas são parecidas, os íons, os cátions, aqui da família 1 e aqui dá 2 né? Mas, por serem, por terem as fórmulas parecidas por causa do enxofre. Aqui (MgO e Fe_2O_3) são óxidos, também por isso... É eu acho que eu tô unindo mais pelo ânion. Inicialmente por causa dos ligantes, quero dizer os ânions, os íons de carga negativa...

A análise dos trechos das entrevistas com E6 e E5 demonstram que interpretaram e traduziram as fórmulas empíricas realizando ações auxiliares apresentadas na Tabela 02.

Pudemos constatar que diante das marcas semânticas e dos significados percebidos, E6 generalizou os elementos quando, os reconheceu como partes de famílias. Por exemplo: os elementos: cálcio e magnésio, da família dos alcalinos terrosos; oxigênio e enxofre, da família dos calcogênios. O mesmo ocorreu quando as substâncias representadas pelas fórmulas que continham oxigênio como elemento mais eletronegativo foram categorizadas como óxidos e as que apresentavam hidrogênio como hidretos.

Já os elementos alumínio, antimônio, e ferro foram enquadrados semanticamente como metais e o enxofre e oxigênio como ametais. Embora E6 tenha conseguido apresentar tantos significados a partir da interpretação das fórmulas empíricas, notamos que terminou por não fazer uso de todos. Podemos inferir que E6 percebeu o mais substancial da mensagem veiculada pelas fórmulas empíricas, abstraiu significados secundários e generalizou aspectos centrais da informação, transformando assim a informação verbal recebida.

Tabela 2: Ações auxiliares das atividades de interpretação e tradução das fórmulas pelos participantes

Processos psíquicos	Ações auxiliares correspondentes	
	E6	E5
PERCEPÇÃO	Discriminou os símbolos dos elementos químicos e os índices numéricos subscritos.	Discriminou os símbolos presentes nas fórmulas.
ATENÇÃO	Selecionou as marcas semânticas das fórmulas e os significados do conceito composição química necessários para resolver o desafio; Direcionou-se pelo objetivo da situação problema.	Selecionou as marcas semânticas: símbolos químicos Dentre os significados do conceito composição química, não selecionou um significado para convertê-lo em centro de atenção.
MEMÓRIA	Reorganizou as informações verbais registradas na memória, fazendo com que a memória adquirisse caráter mediato, tornando-a mais eficaz.	Não conseguiu organizar de maneira lógica, na memória, os significados do conceito composição química.
PENSAMENTO LÓGICO	Identificou: os elementos químicos constituintes das substâncias representadas; as quantidades de átomos dos elementos químicos; o caráter metálico dos elementos; os números de oxidação dos elementos químicos; as famílias na Tabela periódica dos elementos presentes nas fórmulas; as intensidades das eletronegatividades dos elementos químicos.	Identificou: os elementos químicos constituintes das substâncias representadas pelas fórmulas; alguns elementos químicos como metais de transição; as famílias na Tabela Periódica dos elementos químicos; cátions e ânions.

Fonte: o próprio autor.

Embora E5 tenha evidenciado alguns significados do conceito composição química, notamos que tentou selecionar um significado para convertê-lo em centro de atenção. Declarou, sem muita segurança, que o significado a ser empregado para formar os grupos de fórmulas empíricas seria a presença de ânions dos elementos químicos. Contudo, ao questionarmos por que as fórmulas Al_2S_3 e Sb_2S_3 , não estavam no mesmo grupo que as fórmulas CaS e Li_2S , já que o critério para formação dos grupos era a presença de ânions semelhantes — pertencem à mesma família da Tabela Periódica —, o licenciando E5 não soube explicar. Portanto, não consideramos que dentre os significados do conceito composição química obtidos a partir da

interpretação das fórmulas empíricas, um deles tenha realmente sido convertido em centro de atenção. Além de não conseguir definir um centro de atenção, o que dificultou bastante a realização da tarefa, E5 não conseguiu organizar de maneira lógica, na memória, os significados do conceito composição química.

Em suma, pensamos que alguns fatores contribuíram para que E5 não tenha conseguido alcançar o objetivo da tarefa: não ter conseguido definir o centro de atenção; a memória desorganizada frente ao objetivo da tarefa; não ter conseguido estabelecer relações entre os significados do conceito composição química percebidos a partir das fórmulas empíricas. Destarte, inferimos que o fato de E5 não ter conseguido realizar essas ações auxiliares foi decisivo para comprometer a atuação do seu sistema funcional psíquico durante a tarefa. Em outras palavras, consideramos que a percepção, a atenção, a memória, o pensamento e a linguagem encontram-se inter-relacionados e se influenciam mutuamente, prejudicando a atuação de cada um desses processos psíquicos e da totalidade da consciência.

Considerações finais

Ao refletirmos acerca dos resultados obtidos da análise consideramos que os licenciandos apresentaram dificuldades para definir critérios de análise devido: à desorganização dos conhecimentos registrados na memória; ao desconhecimento acerca das marcas semânticas das expressões das fórmulas empíricas, dos significados do conceito composição química e de outros conceitos necessários, que servem de base para as ações de identificação, comparação e generalização; ao emprego de conceitos em estado inicial de desenvolvimento em situações com alto grau de complexidade; e o grau de automatização na resolução da situação problema. Além disso, constatamos que as ações auxiliares relacionadas à percepção e à memória dominam sobre as demais na elaboração dos critérios de classificação das fórmulas químicas, que foram pouco elaborados em termos lógicos.

Notamos que a atenção se satisfaz com a possibilidade de chegar a algum resultado, mesmo que não haja coerência global no procedimento empregado.

Por fim, concluímos que a inter-relação das atividades da consciência transparece ao longo dos procedimentos realizados pelos estudantes para a realização das tarefas.

Destarte, pensando acerca do ensino de expressões químicas — e de signos químicos, defendemos que é preciso que futuros professores de química e os professores já em exercício da profissão compreendam: (i) a contribuição que o conhecimento acerca de como a aprendizagem de signos químicos propicia o desenvolvimento dos processos psíquicos dos estudantes; (ii) o porquê desse desenvolvimento ser importante; (iii) e como proceder para que isso aconteça.

Consideramos que pode ser de grande valia para os professores de química saber que por meio do acompanhamento da realização das ações auxiliares constituintes da interpretação e tradução das expressões dos signos químicos é possível avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos aprendizes acerca: a) das estruturas das expressões; b) dos significados de um ou mais conceitos; c) das relações estabelecidas entre significados de um mesmo conceito e entre conceitos e significados de outras áreas de conhecimento; d) das regras de significação (códigos) responsáveis pela correlação entre expressões e significados; dentre outros. Ampliar a capacidade de avaliar o processo de aprendizagem dos signos químicos em sua totalidade pode levar aos professores de química a compreender com mais propriedade, o que pode estar acontecendo quando um aluno interpreta e traduz uma expressão química, levando-o a refletir sobre como precisará agir sobre as ações auxiliares que constituem estas atividades, no intuito de fazer com que elas sejam realizadas com mais eficiência. Buscar maior eficiência de tais ações é propiciar o exercício da percepção, da atenção, da memória, do pensamento lógico, isto é, de todo sistema funcional psíquico do aluno, visando seu desenvolvimento.

Referências

- ARAUJO NETO, W. N. Estudo sobre a noção de representação estrutural na educação química a partir da semiótica e da filosofia da química. *Revista Virtual de Química*, v.4 (6), 2012.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BROWN, Theodore L.; LeMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. *Química central*. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- CHANG, Raymond. *Química*. 5ª ed. Portugal: McGraw-Hill, 1994.
- CONNELY, Neil G. et al. Nomenclature of inorganic chemistry – IUPAC recommendations 2005. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. Available: < <http://old>
- ECO, Umberto. *O signo*. 3ª ed. Lisboa: Editorial Presença, LDA., 1973
- _____. *Tratado geral de semiótica*. 3ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- _____. *As formas do conteúdo*. 3ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.
- _____. *Quase a mesma coisa*. Rio de Janeiro: Edições BestBolso, 2011.
- _____. *Os limites da interpretação*. 2ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2015.
- GONZALEZ, Isadora M. *Composição química: estudos semióticos e psicológicos*. 252f. il. 2016. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
- LURIA, Aleksandr R. *Curso de psicologia geral*. Vol. 1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979a.
- _____. *Curso de psicologia geral*. Vol. 3. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979b.
- _____. *Curso de psicologia geral*. Vol. 4. Rio de Janeiro: Civilização
- VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. 2ª Ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009 (2001).