



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Atividades de Escrita e Reescrita Orientada: Uma Possibilidade de Transição entre as Dimensões Macroscópicas/Experiências, Microscópicas/Modelos e Simbólicas/Representacionais

Activities Writing and Rewriting Oriented: A Possibility of Transition between the Macroscopic/Experiences, Microscopic/Models and Symbolic/Representational Dimensions

Laêssa Fernanda Rosa França^a; Welington Francisco^b

a Colegiado de Ciências Exatas e Biotecnológicas, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Brasil - laessafernanda@hotmail.com

b Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguacu, Brasil - welington.francisco@unila.edu.br

Palavras-chave:

Escrita. Reescrita orientada. Linguagem científica. Níveis da química.

Resumo: O presente estudo apresenta uma atividade de ensino de química pautado na análise da evolução conceitual e apropriação dos níveis macroscópico, microscópico e simbólico por estudantes durante atividades de escrita e reescrita. Participaram 30 acadêmicos do curso de Química Ambiental e 22 de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins. A atividade foi realizada na disciplina optativa de Introdução à Química Forense, abrangendo a temática Impressão Digital e sendo conduzida em três momentos: realização do jogo e atividade de escrita; socialização das escritas, discussão dos conceitos e atividade de reescrita; correção das reescritas do professor para a reescrita orientada. Os resultados mostram uma evolução conceitual do tema, sobretudo após a reescrita orientada, indicando a apropriação por parte dos estudantes dos três níveis (macro, micro e simbólico) e a importância de se transitar entre eles para compreensão dos conceitos químicos.

Keywords:

Writing. Oriented rewriting. Scientific language. Chemistry levels.

Abstract: This study presents an activity of chemistry teaching based on the analysis of conceptual evolution and appropriation of macroscopic, microscopic and symbolic levels by students during activities mediated writing and rewriting. It attended by 30 students from the Environmental Chemistry course and 22 Bioprocess Engineering and Biotechnology of the University of Tocantins - Campus Gurupi. The activities were held in the elective course Introduction to Forensic Chemistry, covering Fingerprint theme and being conducted in three phases: completion of the game and writing activity; socialization of written, rewritten and discussion of the concepts of activity; and correcting rewritten with teacher guidance for targeted rewriting. The results show a conceptual evolution of the theme, especially after the oriented rewriting, indicating the students' appropriation of the three levels (macro, micro and symbolic) and the importance of moving between them to understand the chemical concepts.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

Ensinar química é um trabalho que requer disponibilidade e paciência do docente e do estudante, imaginação e capacidade de representação. No entanto, essas características nem sempre são empregadas por todos os docentes de química, sobretudo, quando o objetivo em sala de aula é apenas cumprir exigências curriculares e transmitir conteúdos já programados.

Pensando em explorar essa imaginação e a capacidade de representação dos estudantes, diversas propostas metodológicas para ensinar química no nível superior vêm sendo cada vez mais estudadas e pesquisadas por profissionais da área de ensino (FRANCISCO, 2013; WENZEL; MALDANER, 2014a; FRANCISCO Jr.; UCHOA, 2015). Essas metodologias se tornam alternativas que podem auxiliar/melhorar cada vez mais a aprendizagem química dos estudantes do nível superior, principalmente quando se analisa a linguagem (falada ou escrita) utilizada para a significação conceitual (VYGOTSKY, 2000).

O ato de explicar um processo ou um conceito científico, a partir da escrita, requer uma posição lógica reflexiva que estimula os estudantes a refinar seu pensamento, aumentando assim seu entendimento do tema estudado (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). Assim, pensamento e linguagem se coadunam, permitindo uma ampliação dos níveis de abstração e de generalização, essenciais para o processo de ensino e de aprendizagem química (JOHNSTONE, 1982, 1991, 1993 e 2000).

Para Klein e Allen (1998), a escrita também é capaz de possibilitar ao aluno um pensamento químico, aperfeiçoando o entendimento de conceitos químicos, aumentando a comunicação entre estudantes e professores e melhorando os modos interativos de ensino. É partindo dessa mediação, escrita-estudante-professor, que as reescritas estimulam o aprendizado, qualificando-o e permitindo uma transição entre as dimensões macroscópicas, microscópicas e simbólicas descritos por Johnstone (1982, 1991, 1993 e 2000).

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar o quanto atividades de escrita e reescrita orientadas auxiliam os estudantes a transitar entre os níveis/dimensões de compreensão/ensino da química (Johnstone, 1982, 1991, 1993 e 2000) para a apropriação de conceitos científicos e consequente aprendizagem. Esta análise está apoiada na teoria de desenvolvimento cognitivo de L. S. Vygotsky (VYGOTSKY, 2000 e 1991).

Escrita e reescrita orientada no ensino de química

O processo de escrita tem uma grande importância no que se diz respeito ao ensino de ciências. Por se diferenciar da fala, o ato de escrever exige uma maior organização das ideias do indivíduo e influencia diretamente no aprendizado, pois é necessário que o aluno pense antes de escrever (RIVARD; STRAW, 2000).

Segundo Wenzel e Maldaner (2014a), o ensino da ciência por meio da escrita é capaz de proporcionar aos estudantes uma evolução dos conceitos, porque ao escrever eles posicionam melhor seus pensamentos. Essa melhor posição dos pensamentos se dá pelo fato de terem que refletir sobre o que foi estudado. É nessa reflexão que o texto escrito passa a ser materializado no pensamento (VYGOTSKY, 2000).

Outra maneira de aperfeiçoar o entendimento dos alunos e conseqüentemente melhorar a escrita é a realização de discussões sobre o assunto antes e após as atividades, porque é pela mediação que o processo de internalização de comportamentos sócio-históricos e culturais acontecem (VYGOTSKY, 1991).

Essa mediação é decorrente das atividades que serão planejadas a partir da escrita, sendo que a discussão de dados ou informações levantadas pelos estudantes é essencial para reorganizar o raciocínio e permitir uma maior reflexão dos conceitos trabalhados em sala de aula. De acordo com Oliveira e Carvalho (2005):

A discussão de ideias é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre o grupo, enquanto o uso da escrita como instrumento de aprendizagem realça a construção pessoal do conhecimento (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005, p. 349).

Marques (2001) ressalta que na linguagem química, com suas particularidades, é fundamental que o estudante perceba que as palavras na sua escrita e reescrita pertencem a uma relação de significados que estabelecem um sentido químico e que de acordo com Talanquer (2011), constituem o “triplete do conhecimento químico” (TCQ) ou triângulo de Johnstone. Assim, o processo de escrita e reescrita permite aos estudantes transitar entre esse TCQ para avançar na significação conceitual em química, devido à reconstrução interna dos signos que esta ciência construiu social, histórica e culturalmente (VYGOTSKY, 1991).

Levando em consideração a escrita obtida por meio da experimentação e a discussão, a utilização da escrita pode ser uma forma de enfatizar a aprendizagem, pois é uma forma de linguagem importante para expressar a compreensão do sistema de signos da química (VYGOTSKY, 2000). A experimentação e a discussão permitem que os alunos reflitam e discutam suas ideias antes de escrever, aprimorando seus conhecimentos para a exposição de ideias por meio da escrita (WENZEL; MALDANER, 2014a; 2014b).

Além do processo de escrita, uma maneira de reforçar e fazer com o que aluno tenha uma maior capacidade de aprender é aplicar uma reescrita orientada pelo professor. Wenzel e Maldaner (2014a) afirmam que a reescrita orientada é capaz de possibilitar aos estudantes a apropriação e a evolução conceitual em química, sobretudo quando se trabalha em grupos. Quando a escrita é avaliada, corrigida e repassada para o aluno reescrevê-la, além da interação social criada entre os participantes e a atividade, há um estímulo no aprendizado, que o qualifica. Ademais, essa orientação abre outras novas reflexões dos estudantes e possibilita

estabelecer as relações entre os níveis da química, caso os estudantes ainda não foram capazes de transitar entre eles e aprender os conceitos envolvidos.

A relação entre a linguagem científica e os níveis de ensino/compreensão da química

Para a condução de uma atividade de escrita e reescrita, podem-se estabelecer alguns critérios para avaliar a evolução conceitual e o aprendizado químico. Um caminho viável é analisar a linguagem científica que o aluno utiliza para explicar os fenômenos químicos observados ou estudados. Para Vygotsky (1991), a linguagem é o sistema de signos mais importante para o desenvolvimento cognitivo, pois o emprego dos signos linguísticos flexibiliza o pensamento conceitual e proposicional, aproximando das questões abstratas.

Uma vez que os signos possibilitam a aproximação das questões abstratas, ao estudar a linguagem no ensino de química, é importante que os estudantes busquem o pensamento multinível (macro, micro e simbólico) apontado por Johnstone (1991) para a compreensão dos conhecimentos químicos. Mortimer (1998) também assinala diferenças entre a linguagem científica e a linguagem de senso comum (ou cotidiana):

A linguagem científica tem características próprias que a distinguem da linguagem comum. Essas características não foram inventadas em algum momento determinado. Ao contrário, foram sendo estabelecidas ao longo do desenvolvimento científico, como forma de registrar e ampliar o conhecimento. Essas características, muitas vezes, tornam a linguagem científica estranha e difícil para os alunos (MORTIMER, 1998, p. 102).

Essa estranheza e dificuldade estão relacionadas à sua própria estrutura lexical. Por exemplo, na linguagem científica os termos químicos são congelados, ou seja, tem seu significado já estabelecido (como conceito) e não há um agente presente nas ações (alguém ou algo que pratica). Já na linguagem cotidiana, prevalecem sequências lineares de eventos no decorrer de um contexto, além de apresentar um agente das ações, isto é, um narrador ou personagem para os eventos (MORTIMER, 1998).

Para entender, explicar e representar os fenômenos químicos que ocorrem, é necessária à apropriação da linguagem química. A utilização de fórmulas, estruturas moleculares, modelos atômicos, equações de reações químicas, dentre outros exemplos na química, compreendem as estruturas simbólicas de representar o pensamento químico que são os signos necessários para captar os significados já compartilhados e aceitos socialmente (VYGOTSKY, 1991).

Gabel (1993), referindo-se ao triângulo de Johnstone, destacou que o ensino de química também deve ser pautado nos níveis microscópico (átomos/moléculas/íons), macroscópico (observáveis e tangíveis) e simbólico (fórmulas, estruturas, equações) e não apenas no nível simbólico como estava acontecendo. Diante desses resultados, Johnstone

(2000) argumentou então, que o aprendizado da química por parte dos estudantes perpassa pela capacidade deles transitarem entre os três níveis de forma equitativa.

Nesta concepção, concordamos com Andrade Neto et al. (2009, p. 2) que “a representação é o conjunto das formas de linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento”. Nesta mesma ideia, Damasceno et al. (2008, p. 3) defendem que:

Para entender a química, os estudantes precisam estar familiarizados com a multiplicidade de condições, com o significado de modelos científicos, como também a diferença entre os níveis macroscópicos (fenômenos físicos), microscópicos (modelos e teorias) e representacionais (simbologia química e modelos matemáticos). (DAMASCENO et al., 2008, p. 3).

No ensino da química, os docentes precisam explorar a descrição e explicação dos fenômenos microscópicos da matéria a partir das mudanças macroscópicas observadas. Esta observação macroscópica surge quando algum fenômeno químico ocorre, principalmente as reações químicas, que na maioria das vezes provocam uma mudança visível. Nessa perspectiva, Kermen e Méheut (2009) e Levy e Wilensky (2009) defendem a separação do nível macro em duas partes: nível empírico que consiste nos fenômenos experimentados ou observados; e nível de modelagem que abrange a parte descritiva desses fenômenos já adentrando nos modelos e teorias. Essa separação torna mais transparente interpretar a transição entre os diferentes níveis e relacioná-los com o processo de aprendizagem.

De certa maneira, o entendimento dos fenômenos químicos é complicado para alguns estudantes, pois não são visíveis e demandam um esforço de imaginar como as representações específicas são constituídas. Com isto, a utilização de equações químicas e outros tipos de simbologias para entender esse mundo de íons, moléculas e transformações físico-químicas são pertinentes no processo de aprendizagem.

Portanto, acreditamos que analisar a evolução da linguagem empregada pelos estudantes em escritas e reescritas orientadas, durante a explicação dos fenômenos que acontecem ou que são observados, é uma maneira de avaliar a aprendizagem desses estudantes frente ao pensamento químico e de identificar como ocorre a transição entre os níveis para poder intervir quando for pertinente.

Metodologia

O contexto da atividade foi a disciplina optativa de Introdução à Química Forense, ofertada no semestre de 2014/1 entre os meses de junho e outubro, na Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Gurupi. Ao todo, participaram 30 estudantes do curso de Química Ambiental e 22 estudantes do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia,

que estavam cursando diferentes períodos dos respectivos cursos. A turma foi dividida em 12 grupos de 4 pessoas, que foram identificados por G1, G2, G3... G12.

A proposta apresentada neste trabalho foi realizada em três aulas consecutivas, sendo que os encontros eram de quatro horas aos sábados pela manhã. Toda a atividade foi organizada em três etapas:

Etapa 1: Emprego do jogo elaborado “*Adivinha de quem é... a impressão digital (ID)?*”

O jogo foi pensado como uma atividade experimental investigativa com o objetivo de iniciar a discussão sobre os métodos de revelação de impressões digitais. Cada integrante dos grupos coletou a ID em uma planilha datiloscópica que serviu como modelo de comparação para a identificação pelo outro grupo. Em seguida, um integrante de cada grupo foi escolhido, sem que os demais grupos soubessem, para marcar a ID em quatro papéis branco. Foi feito um sorteio e cada grupo ficou responsável em identificar as ID de grupos diferentes, utilizando quatro métodos de revelação diferentes. Após a aula prática, cada grupo deveria explicar as estratégias de identificação da ID, justificando-as. Esta atividade escrita deveria ser entregue no próximo encontro.

Etapa 2: Socialização das escritas e discussão dos conceitos químicos.

A partir dos resultados observados na aula experimental, foram sendo problematizados, em sala de aula, os conceitos químicos envolvidos nos métodos de revelação (sobretudo o tema reações químicas e como identificá-las). Essa problematização considerou os conhecimentos prévios dos estudantes e os resultados experimentais, consistindo em uma discussão interativa-dialógica (MORTIMER, 2002). Ao final desse encontro, os grupos elaboraram um novo texto (reescrita) com base nas discussões em sala de aula, em que deveriam representar e explicar todos os processos químicos realizados na revelação das impressões digitais.

Etapa 3: Correção das reescritas e orientação pontual para a reescrita orientada.

Na correção da reescrita, o professor apontou principalmente: adequação nas representações químicas, aprofundamento das explicações, pois muitas estavam em nível descritivo, e questões de reflexão sobre alguns equívocos conceituais. Tanto a reescrita quanto a reescrita orientada foram avaliadas com base na apropriação e evolução da linguagem química utilizada pelos estudantes, pensando em verificar o nível de apropriação conceitual pelos estudantes dos conceitos químicos sobre os métodos de revelação de ID e estreitando a relação entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico (JOHNSTONE, 2000), de acordo com os seguintes critérios:

- Descrição dos fenômenos químicos: relacionado com as mudanças macroscópicas que foram observadas pelos estudantes durante a aula experimental, como por exemplo, os processos químicos que estavam envolvidos nas mudanças de coloração.

- Representação química: uso de representações adequadas de reações e processos, por meio de equações químicas e simbologias corretas e de modelos de teorias.
- Explicação dos fenômenos químicos: uso de linguagem química e termos apropriados para explicar os processos químicos e físicos que aconteceram, levando em consideração os modelos-teorias disponíveis que sustentam os significados e as interligações conceituais (MORTIMER, 1998).

Resultados e discussão

Primeiro momento da atividade: análise da escrita

A análise das escritas mostra que os grupos destacam três diferentes abordagens, sendo que dois grupos (G2 e G12) apenas descrevem os procedimentos realizados no laboratório; seis grupos (G1, G6, G7, G9, G10 e G11) explicam as estratégias tomadas para a identificação da ID; e quatro grupos (G3, G4, G5 e G9) descrevem os procedimentos e explicam as estratégias de identificação da ID. No extrato 1 estão ilustrados os exemplos dos grupos que apenas descreveram os procedimentos realizados durante a atividade experimental (sublinhado):

EXTRATO 1

G2: “O objetivo da primeira aula prática da disciplina de química forense foi de expor alguns métodos de revelação de uma impressão digital para que possamos identificá-la. Para tanto, as equipes dispunham de ninidrina, nitrato de prata, iodo e carvão para identificar a digital de um integrante anônimo de outra equipe”.

G12: “Para a identificação das impressões digitais foi utilizada quatro metodologias. A primeira utilizada foi da solução ninidrina a qual foi borrifada no papel contendo a digital e este foi colocado em uma estufa a 80 graus Celsius. A segunda foi à solução de nitrato de prata, que foi borrifada em outro papel e exposto a luz (...)”.

Observa-se que G12 descreve o procedimento realizado na aula prática, incluindo a descrição do que foi feito em cada um dos métodos (no extrato é exposto somente o método da ninidrina, mas o grupo descreve os quatro métodos realizados). Já o excerto do G2, há apenas a citação dos reagentes utilizados em cada método, não tendo nenhuma descrição de como foi realizado o teste.

Ambos os grupos utilizam uma linguagem escrita descritiva, nível em que Johnstone (1991, 1993, 2000) denomina de macroquímica e que está relacionado às entidades e fenômenos que são tangíveis e visíveis em nosso mundo (no caso, os procedimentos realizados na aula experimental). Ademais, essa linguagem é caracterizada pela presença de um agente que executa todas as ações e também pela sequência linear dos acontecimentos (MORTIMER, 1998). Em contrapartida, G12 explora mais as descrições procedimentais quando comparado com texto de G2.

O uso de textos descritivos é comum entre os estudantes para apresentar metodologias e até apresentação de resultados, como apontado por Santos et al. (2011). No entanto,

permanecer apenas nesse nível não possibilita a compreensão dos fenômenos que estão acontecendo e conseqüentemente, não proporciona a total apropriação conceitual. Nessa perspectiva, os trabalhos de Kermen e Méheut (2009) ou Levy e Wilensky (2009) sugerem que esse nível se aproxima mais do empírico ao invés do macro de Johnstone.

O extrato 2 ilustra exemplos dos grupos que explicam suas estratégias para a identificação da ID na escrita a partir dos resultados na aula experimental. Todos os grupos apontam características específicas que diferenciava a digital do suspeito com a planilha datiloscópica padrão.

EXTRATO 2

G1: “Logo após os procedimentos feitos para a identificação das digitais, procuramos semelhanças entre todas elas, buscando observar: pequenas cicatrizes dos polegares, o desenho, assim como a espessura das linhas das digitais fornecidas, a distância dessas linhas umas das outras, tamanho e quantidade de curvas.”

G7: “Ainda assim, comparamos minuciosamente às linhas inferiores, nas quais se diferenciam ainda mais dos demais “suspeitos”, pois os desenhos se aproximam do centro do polegar, o que não acontece com os outros”.

G6: “Através desses pequenos traços denominados minúcias é possível observar as pequenas diferenças que definem a identidade de uma digital. Os critérios utilizados para identificar o indivíduo foram: Traços terminados repentinamente, Bifurcações, simetria da digital”.

G11: “Pontos característicos logo ou encerro: Esse ponto é formado por uma abertura da linha e seu fechamento em seguida, formando com isso uma espécie de “bolha” na linha. Entre as quatro digitais apenas a da X apresentou lagos”.

Observa-se que os grupos G6 e G11, além de realizarem as explicações de como concluíram de quem era a ID e os critérios (trechos sublinhados no extrato 2) de como foi feito para a identificação da ID, utilizaram também os termos científicos adequados da área forense sobre as ID. Já nos grupos G1 e G7, prevalece na escrita o uso da linguagem mais próximo do senso comum, destacando as características e diferenças observadas entre as ID com termos do dia a dia em função dos desenhos e formas das linhas.

Tais resultados mostram que os estudantes já começam a se apropriar dos conceitos científicos envolvidos, mesmo antes de uma discussão mais profícua do assunto, pois já se observa nominalização dos processos e sua relação com as ações (“*O encerro... é formado por uma abertura da linha e seu fechamento em seguida*”) (Mortimer, 1998).

Esse indício de apropriação da linguagem científica evidencia a aprendizagem dos estudantes e a diferença entre o processo de aprendizagem de um grupo para outro. De acordo com Aguiar Jr. et al. (2005), os textos de G6 e G11 são considerados “textos entanques”, pois já apresentam o conteúdo científico envolvendo definições de conceitos. Além disso, esses textos se aproximam de um nível macro como representação na natureza, uma vez que os termos científicos usados já são moldados por conceitos que descrevem as propriedades das impressões digitais e suas minúcias (GILBERT; TREAGUST, 2009).

Na terceira abordagem utilizada pelos grupos nas escritas, há a junção da descrição dos procedimentos realizados com a explicação das estratégias empregadas para identificar as ID. O extrato 3 ilustra esse enfoque nas escritas:

EXTRATO 3

G4: “Para a identificação da digital realizada no laboratório, utilizamos 4 métodos distintos de revelação das parciais latentes. Em uma das amostras utilizamos o carvão, revelando a digital, porém a visualização não foi tão eficaz. O mesmo ocorreu com a digital que foi levada à capela e submetida ao vapor de iodo. Concluímos que a digital pertence ao X, por se diferenciar em ter linhas inclinadas na marginal, uma bifurcação na parte esquerda da marginal, duas ilhotas uma no canto esquerdo da marginal abaixo da bifurcação e outra no canto direito da área basal.”

Em comparação com as outras abordagens, aqui os grupos aliam o que é feito e observado na aula prática com a capacidade de diferenciar as características únicas de cada ID, propriedade conhecida como variabilidade (trechos grifados). De maneira geral, o que se observa agora é um texto que mescla a descrição dos procedimentos com os caminhos de identificação usados a partir dos resultados experimentais.

Pode-se dizer, então, que esse texto fica no limiar entre uma linguagem descritiva-explicativa de acordo com classificação apontada por Santos et al. (2011) em seus trabalhos e escrita “estanque” proposta por Aguiar Jr. et al. (2005).

Segundo Talanquer (2011, p. 183), este último tipo de texto se baseia em construções conceituais macroscópicas e modelos de matéria, e seria, portanto, melhor caracterizado como no nível "explicativo" em vez de no nível "descritivo" no triângulo de Johnstone.

Vale ressaltar que para a maioria dos grupos, os termos relacionados à área de forense ainda eram desconhecidos e essa capacidade de mescla de linguagem escrita e os níveis de Johnstone são resultados promissores de aprendizagem química dos conceitos envolvidos. Isso porque, toda vez que um aluno utiliza de uma nova palavra, o processo de desenvolvimento conceitual está apenas iniciando. Para desenvolver a interiorização do significado e ampliar os níveis de generalização, ainda é preciso de interações sociais por mediação do professor em sala de aula e outras formas discursivas como livros didáticos, textos de divulgação científica ou situações do dia a dia (VYGOTSKY, 2000).

Segundo momento da atividade: análise da reescrita

Na atividade de reescrita, realizada após a discussão em sala de aula dos resultados experimentais e dos processos químicos envolvidos, os grupos começam a explicar os conceitos químicos relacionados com os métodos de revelação da ID.

O Quadro 1 mostra que 75,0% dos grupos descrevem (nível macro de Johnstone (1993 e 2000)) corretamente os fenômenos físico-químicos envolvidos no processo de revelação das ID; e que 33,3% utilizam de representações químicas corretas durante as explicações (nível

simbólico de Johnstone (1993 e 2000)); enquanto 58,3% dos grupos explicam corretamente os fenômenos físico-químicos envolvidos (nível micro de Johnstone (1993 e 2000)), de acordo com os modelos teórico-explicativos aceitos.

Quadro 1 – Resultados da análise das reescritas de acordo com os critérios de avaliação estabelecidos. ((X): quando o grupo alcança o critério de avaliação; (-): quando não alcança).

Grupos	Descrição dos fenômenos físico-químicos	Representação química	Explicação dos fenômenos físico-químicos
G1	X	-	X
G2	X	-	X
G3	X	-	X
G4	X	-	-
G5	X	-	-
G6	X	X	X
G7	X	X	X
G8	X	X	X
G9	-	-	-
G10	-	-	-
G11	-	X	-
G12	X	-	X

Fonte: Os autores.

Acredita-se que a pouca utilização do nível simbólico proposto por Johnstone (1993 e 2000) pelos grupos de estudantes, como o uso de equações químicas, modelos, desenhos, gráficos e fórmulas, esteja relacionado com os problemas que os estudantes apresentam para construir pontes entre os fenômenos que veem ou experimentam e as ferramentas intelectuais utilizadas em química para descrever ou explicá-los, corroborando com os resultados reportados por Gabel (1998 e 1999).

Como discorre Talanquer (2011, p. 183), “observar e descrever que um balão explode quando é aquecido não é o mesmo que caracterizar esse fenômeno como um resultado de um aumento na temperatura que provocou a pressão interna do balão a subir”. No entanto, uma vez que para o aprendizado químico é necessário ser capaz de conectar os fenômenos que se observam e se descrevem em termos coloquiais com suas descrições formais usando conceitos científicos, possibilitando a transição entre os vértices no triângulo de Johnstone (1982), esses resultados apontam que a maioria dos estudantes ainda não se apropriou integralmente da significação química no momento da reescrita.

O extrato 4 mostra, por exemplo, como a maioria dos grupos propõe as explicações dos fenômenos macroscópicos observados durante a aula prática (métodos de revelação com nitrato de prata e com ninidrina), que ocorreram entre os reagentes e as substâncias químicas presentes nas ID:

EXTRATO 4

G1: “O método utilizando uma solução de nitrato de prata a 5%, consiste na reação entre nitrato de prata e os íons cloreto presentes nas digitais. Foi borrifada a solução

no papel a qual a IDL estava presente. Após a reação, ocorreu o aparecimento dos contornos da digital”.

G2: “A reação da ninidrina é mais complexa e ocorre com aminoácidos e proteínas provindos da pele, formando um produto de coloração púrpura”.

G3: “Nitrato de prata é uma técnica em que o nitrato de prata reage com os cloretos de secreções da pele, revelando uma cor acinzentada quando exposto à luz”.

Observa-se no extrato 4 (trechos sublinhados) que os grupos descrevem minuciosamente as reações químicas que ocorrem quando se utiliza uma solução de nitrato de prata e de ninidrina para a revelação das impressões digitais. Apesar de corretas descrições e com usos adequados de termos científicos, nesses exemplos não há nenhuma explicação do tipo de reação que ocorre, o porquê de ocorrer à reação e se a reação é específica para um determinado tipo de substâncias como discutido em sala de aula.

Resultados semelhantes são apresentados por Francisco e Francisco Jr. (2011) após a discussão em sala de aula sobre a organização da tabela periódica e as propriedades periódicas, quando utilizaram da leitura para incitar a problematização das atividades. Nesse caso, os autores apontaram que, de início, os estudantes também não adentram na explicação dos fenômenos químicos, optando em retratar nos textos escritos uma descrição detalhada do que está acontecendo ou do que observaram.

Wenzel e Maldaner (2014b) também mostram que antes de uma orientação alguns estudantes apenas fazem uso de palavras específicas da química em seus textos, sem fazer as relações conceituais necessárias para a internalização desse signo. Os autores denominam esse processo de apropriação conceitual, a qual se limita apenas à reprodução das palavras, sem uma aproximação do significado histórico do conceito.

Jensen (1998) classifica tais resultados de explicação dos conceitos em um nível molar, o qual inclui conceitos e modelos que são usados para descrever, explicar e prever as propriedades em massa de substâncias e processos sem qualquer referência a sua estrutura microscópica. Nesse sentido, há ainda obstáculos no processo de aprendizagem dos estudantes.

Entende-se, com base em Vygotsky (1991), que os sistemas de signos necessários para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes ainda precisa ser internalizado. Assim, é preciso aumentar as interações sociais para mediar o processo de aprendizagem, pois, “a interação social está diretamente relacionada com a aquisição de significados, que são construídos socialmente e apresentam certos contextos” (MOREIRA, 2011, p. 110).

Outro ponto é a mudança na linguagem empregada pelos alunos, visto que agora eles não utilizam mais apenas da linguagem de senso comum para descrever o que ocorre, e sim indícios da linguagem científica para descrever a identificação da ID e explicar suas propriedades.

Esses resultados mostram a possibilidade de transição entre cada tipo de linguagem em situações diferentes, como apresentada por Mortimer et al. (1998), analisando respostas dissertativas de vestibular de diferentes estudantes. Essa transição está relacionada com a discussão em sala de aula, em termos químicos, dos resultados obtidos no laboratório. Desta forma, os estudantes começam a utilizar de certos recursos como as nominalizações e a metáfora gramatical (HALLIDAY, 1993), evidenciando a evolução conceitual e maior significação química entre a escrita e a reescrita.

Apesar desses avanços no domínio da linguagem escrita, também se observa o baixo uso de equações químicas por parte dos grupos de estudantes para corroborar com a explicação, uma vez que a partir do emprego de equações químicas é possível identificar a ocorrência de reações químicas.

Uma das características da reação química é mostrar as mudanças macroscópicas. Contudo, a explicação do que está acontecendo em nível microscópico está relacionada ao uso de modelos e representações adequadas aceitas pela comunidade científica ao longo dos anos. Daí a necessidade de utilizar da simbologia (equação química) para representar os fenômenos químicos que ocorrem, ajudando a entender a transformação da matéria, seu estado físico e composição química (ANDRADE NETO et al., 2009; DAMASCENO et al., 2008).

Semelhante aos resultados de Wenzel e Maldaner (2014b), os grupos que não utilizaram das equações químicas nas reescritas para sustentar a explicação de transformações químicas mostram uma apropriação conceitual de forma isolada dos modelos teórico-explicativos já compartilhados social, histórico e culturalmente.

Aproximando da teoria de Vygotsky, em termos de formação de conceitos, tais grupos estão no estágio do pensamento conceitual denominado de pensamento por complexos (em que as ligações entre os componentes do pensamento são concretas e factuais produzidas pela experiência direta do sujeito com o mundo social). Nesse estágio, há a formação de “um pseudoconceito, porque a generalização formada embora semelhante a um conceito, não tem ainda todas as características” (MOREIRA, 2011, p. 117).

Em contrapartida, quatro grupos utilizaram das equações químicas para colaborar com a explicação das reações químicas feitas no laboratório e representar a transformação que ocorre, atingindo o critério “Representação química” do Quadro 1. Os principais exemplos estão relacionados com o uso do nitrato de prata como reagente, apresentados no extrato 5:

EXTRATO 5

G6: “Os compostos halogenados são os que reagem preferencialmente e são revelados principalmente os íons cloretos secretados pelo suor (Equações 2 e 3), reações de precipitação e oxidorredução respectivamente: $XCl_{(aq)} + AgNO_{3(s)} \rightarrow AgCl_{(s)} + XNO_{3(aq)}$; $2AgCl_{(s)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cl_{2(g)}$ ”.

G7: “Uma observação importante é que o produto desta reação, cloreto de prata, é de considerável insolubilidade em água à temperatura ambiente. Acontecem as seguintes reações: $XCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(aq)} + XNO_{3(aq)}$; $2AgCl_{(s)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cl_{2(g)}$ ”.

Analisando o extrato 5, observa-se que estes grupos utilizam de forma correta a linguagem simbólica para explicar a reação entre o reagente de nitrato de prata e os íons cloretos presentes na secreção dos dedos que permite a revelação da ID. Vale ressaltar que a representação do X em XCl não foi explicada pelos grupos como intuito de desconhecimento de qual cátion é secretado pelas digitais, o que é indicativo de reprodução dessa simbologia de alguma fonte. Para uma representação mais correta, seria mais adequada a representação do cátion Na^+ no lugar de X.

O fato dos grupos utilizarem das equações químicas para explicar os tipos de reações químicas ressalta o aprendizado adquirido durante a atividade. Damasceno et al. (2008) apontam que o uso de equações químicas é de grande importância, pois essa representação é capaz de proporcionar o entendimento da transformação da matéria no nível microscópico, sendo uma forma de avaliar a aprendizagem química dos estudantes pela transição entre os diferentes níveis.

Ademais, os resultados obtidos pelos autores mostram que os estudantes utilizam de várias concepções para representar as equações químicas, sendo a maneira algébrica a mais recorrente. Isso ressalta uma concepção muito visual, o qual estabelece a quantidade de símbolos nos reagentes e produtos (DAMASCENO et al., 2008).

Para Talanquer (2011), a compreensão dos modelos teóricos atuais utilizados na química para explicar fenômenos, que aqui são os tipos de reações, e manipular as representações icônicas (as equações químicas) que tentam captar a maioria das características essenciais são o estreitamento para a aprendizagem química.

Uma vez que os G6 e G7 se apoiaram nos resultados experimentais (nível macroscópico), ambos atingiram a compreensão desses conceitos químicos porque conseguiram transitar em todos os níveis e reconhecer a importância de cada um.

Terceiro momento da atividade: a reescrita orientada

Na reescrita orientada, o professor destacou as principais deficiências apresentadas pelos estudantes em relação à aprendizagem química e guiou-os para uma nova elaboração textual. As principais deficiências indicadas para todos os grupos foram: utilizar das equações químicas que representem as reações químicas para corroborar a explicação; identificar o tipo de reação química ocorrida com base nos conceitos construídos e aceitos sócio-historicamente

e culturalmente; explicar os conceitos científicos de acordo com os modelos teórico-conceituais.

Esta orientação é importante porque possibilita aos estudantes a apropriação e a evolução na significação conceitual em química. Além disso, é uma forma de forçar os estudantes a refletirem sobre suas próprias escritas e observarem os pontos que ainda precisam ser melhorados.

Assim como nos trabalhos de Wenzel e Maldaner (2014a e 2014b), todas as orientações foram conduzidas de acordo com o entendimento de Vygotsky (2000) de que o auxílio do outro em modo colaborativo, proporciona um avanço no desenvolvimento cognitivo e visava estabelecer a compreensão e a transição entre os níveis de Johnstone (1993 e 2000). Desta forma, as orientações do professor buscaram estabelecer interações sociais dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), sempre que possível, pois tem um papel importante na evolução da aprendizagem e na determinação dos limites dessa zona (Vygotsky, 1991).

O Quadro 2 apresenta a evolução conceitual dos grupos em relação aos critérios propostos de análise. Após as orientações realizadas, somente os grupos G5, G9 e G10 não conseguiram transitar entre os níveis macro, micro e simbólico de Johnstone (1993 e 2000) e conseqüentemente atingir a apropriação conceitual envolvida na atividade. Vale destacar também, que somente o G5 não apresentou uma evolução conceitual após a reescrita orientada.

Quadro 2 – Resultados da análise das reescritas orientadas com base nos critérios propostos. ((X): quando o grupo alcança o critério de avaliação; (-): quando não alcança; (*): apresentaram evolução conceitual).

Grupos	Descrição dos fenômenos físico-químicos	Representação química	Explicação dos fenômenos físico-químicos
G1	X	X*	X
G2	X	X*	X
G3	X	X*	X
G4	X	X*	X*
G5	X	-	-
G6	X	X	X
G7	X	X	X
G8	X	X	X
G9	X*	X*	-
G10	X*	X*	-
G11	X*	X	X*
G12	X	X*	X

Fonte: Os autores.

Esses resultados obtidos da reescrita orientada se assemelham com os encontrados por Mattos e Wenzel (2013), pois alguns grupos avançam na internalização dos conceitos, porém, outros ainda precisam ser mediados novamente. O extrato 6 ilustra algumas reescritas

orientadas referente ao método do nitrato de prata, em que os grupos utilizam das equações químicas para explicar os fenômenos e concluir os resultados obtidos:

EXTRATO 6

G4: “O nitrato de prata reagirá com os cloretos contidos na digital, resultando o cloreto de prata que é insolúvel em água em temperatura ambiente e responsável pela revelação da digital. Esta reação é descrita pela equação seguinte: $\text{NaCl(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl(ppt)} + \text{NaNO}_3(\text{aq})$. Já o fato da parcial escurecer quando submetida aos raios UV, é explicado por uma ação fotossensível, em que os íons prata são reduzidos a átomos de prata metálica. Como demonstrado a seguir: $2\text{AgCl} + h\nu \rightarrow 2\text{Ag(s)} + \text{Cl}_2(\text{g})$.”

G12: “A reação que ocorre entre esses íons, é a de precipitação, onde se utiliza um agente precipitante (AgNO_3) seletivo para íons cloreto. (...) O produto desta reação, cloreto de prata, é de considerável insolubilidade em água à temperatura ambiente, e quando exposto à radiação possibilita a identificação da impressão digital, a qual apresenta coloração marrom, ocorrendo uma reação de oxidorredução em que o Ag^+ sofre reação de redução enquanto que o íon cloreto sofre reação de oxidação. $\text{XCl(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{XNO}_3(\text{aq})$; $2\text{AgCl(s)} + \text{luz} \rightarrow 2\text{Ag(s)} + \text{Cl}_2(\text{g})$ (Reação de precipitação e oxidorredução envolvendo os íons cloreto e o nitrato de prata).

É possível observar a evolução conceitual na reescrita dos alunos após a orientação do professor. Nesse momento os estudantes começam aliar o uso das representações (nível simbólico) com os modelos teóricos-explicativos (nível microscópico) do tipo de reações químicas que ocorrem na revelação da ID com o reagente nitrato de prata. Tal evolução nos significados corrobora com as ideias de Vygotsky (2000) de que o processo de aprendizagem, além de necessitar de interações sociais qualificadas, é gradativo e sistemático.

Algumas reescritas, mesmo com a orientação, ainda carecem de explicações químicas em nível microscópico (modelos teórico-explicativos). Ou seja, os estudantes apenas apresentam as equações das reações químicas envolvidas nos processos, mas sem nenhuma explicação e uso de teorias. Um exemplo observado ocorre nas explicações do método de revelação da ID empregando a solução de ninidrina, no qual alguns grupos somente representam a equação química, mas não explicam o tipo de reação que ocorre e como ocorre. A Figura 1 ilustra esta situação.

Trata-se de uma reação de oxidorredução e a cor é provocada pela reação de ninidrina com aminoácido.

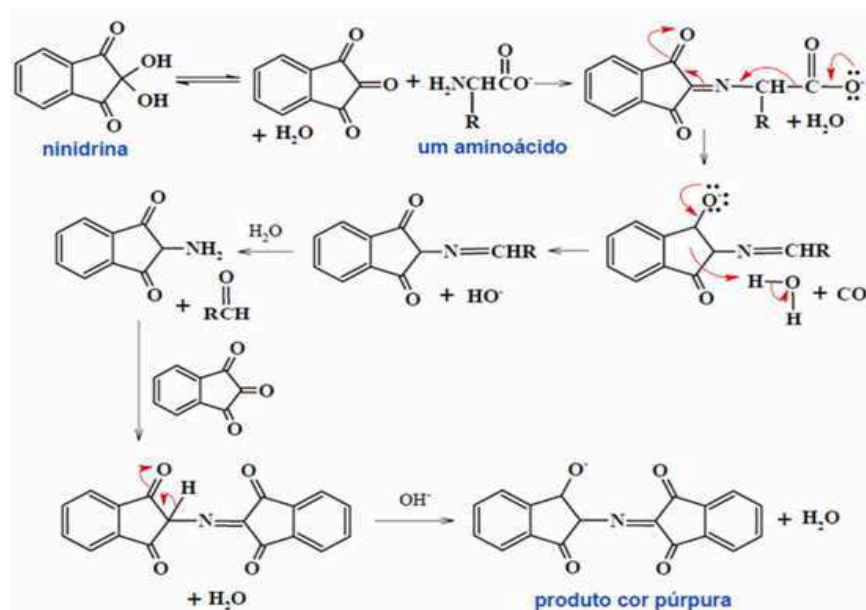


Figura 1 – Reescrita orientada do G10 relacionada à reação da ninidrina com a IDL.

Fonte: Dados da pesquisa.

A imagem utilizada pelo grupo G10 foi passada e explicada pelo professor durante a discussão do referido método de revelação em sala de aula. No entanto, o grupo apenas a reproduziu na reescrita orientada, sem fazer qualquer explicação dos mecanismos químicos decorrente da reação pelo método da ninidrina e correção de partes do mecanismo (proposta de formação de uma ligação dupla entre o carbono ligado ao nitrogênio e o carbono ligado ao oxigênio no ciclo menor; ataque da base OH⁻ no hidrogênio mais ionizável na penúltima etapa). Por exemplo, pouquíssimos grupos explicaram se na reação com o reagente de ninidrina todos os aminoácidos reagem da mesma forma e se o produto final é sempre o mesmo. Outra questão está relacionada à coloração púrpura do produto gerado, que também foi explicada por pouquíssimos grupos devido à presença de uma extensa conjugação entre os grupos cromóforos no produto final.

Com isto, pode-se dizer que, especificamente nesse tipo de revelação de ID, nem todos os grupos apresentaram uma evolução na apropriação conceitual sobre o assunto, mesmo após a orientação do professor. Resultados semelhantes também foram observados por Mattos e Wenzel (2013), quando os estudantes apresentaram dificuldades em diferenciar misturas, substâncias e elementos químicos.

Para Talanquer (2011), é recorrente que os estudantes consigam manipular a equação química sem compreender significativamente os conceitos subjacentes e pressupostos dos modelos de matéria a qual está associado.

Talvez isso ocorra por dois motivos: primeiro pela dificuldade que alguns alunos possuem em explicar os fenômenos químicos aliando as teorias químicas, devido à necessidade de abstração e imaginação das questões microscópicas; segundo em função da não compreensão das orientações, sendo necessárias mais interações sociais para a internalização de novos significados e do sistema de signos exigidos para o entendimento (VYGOTSKY, 1993).

Conclusão

As primeiras escritas realizadas pelos estudantes (após o jogo) funcionaram como um laudo pericial preliminar, buscando apresentar características das impressões digitais reveladas para a identificação do “suspeito”. Essas escritas foram essenciais para o início da discussão em sala de aula dos conceitos químicos, pois os alunos apresentaram os seus resultados de acordo com os métodos químicos realizados, aplicando assim os conhecimentos químicos para propor as estratégias de identificação das ID. Nesse momento o que se destacou foi a presença do nível macroscópico ou nível empírico.

A reescrita, realizada após toda a discussão dos conceitos químicos em sala de aula, foi capaz de auxiliar os estudantes a descrever, explicar e representar adequadamente boa parte dos fenômenos químicos trabalhados em sala, aliando uma mescla entre a linguagem científica e de senso comum que caracteriza o processo de aprendizagem a partir da evolução conceitual e da compreensão entre os níveis macroscópico (ou empírico), microscópico (ou teórico-explicativo) e simbólico (ou representacional). No entanto, alguns grupos não apresentaram uma evolução conceitual significativa entre a escrita e a reescrita, pois ainda prevaleceram as descrições das mudanças macroscópicas observadas (nível macroscópico), com poucas explicações (nível microscópico) e representações (nível simbólico) adequadas dos fenômenos.

Portanto, a aplicação da reescrita orientada serviu como uma avaliação preliminar do processo de aprendizagem dos estudantes e permitiu uma maior reflexão dos estudantes sobre a própria escrita. Isso porque na avaliação da reescrita foram identificadas as principais deficiências dos alunos, orientando-os, sobretudo a aprofundar a explicação dos conceitos aliado ao uso das simbologias químicas adequadas (equações químicas) e teorias para expressar corretamente os conceitos envolvidos. Tais orientações permitiram tanto a evolução conceitual quanto a maior significação dos conceitos químicos, ressaltando a importância de transitar entre os três níveis para a compreensão dos conceitos e conseqüentemente, melhorar a aprendizagem dos estudantes.

Tais resultados reforçam que a reescrita orientada é uma metodologia de ensino capaz de promover a evolução conceitual, a compreensão dos níveis macroscópico, microscópico e simbólico, e conseqüentemente propiciar uma melhor aprendizagem em química.

Portanto, pensa-se que tal metodologia, aliada a estratégias de aumentar o interesse dos estudantes, neste caso o jogo, possa ser utilizada por todos os professores em curso de química de ensino superior para alcançar melhores resultados de aprendizagem. Assim, acredita-se que utilizar da escrita e reescrita nas aulas de química seja uma alternativa para a melhoria do processo de aprendizagem dos estudantes, como apresentado nesse trabalho, mesmo que demande mais tempo e esforço pelo professor e estudantes.

Referências

- AGUIAR Jr., O.; LIMA, M.E.C.C.; MARTINS, C.C. A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de uma coleção de livros didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. *Atas...* Florianópolis: ABRAPEC, 2005.
- ANDRADE NETO, A.S.; RAUPP, D.; MOREIRA, A.M. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- DAMASCENO, H.C.; BRITO, M.S.; WARTHA, E.J. As representações mentais e a simbologia química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2008.
- FRANCISCO, W. El uso de un caso de investigación para el estudio de los métodos electrolíticos: Una experiencia en la educación superior. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 419-439. 2013.
- FRANCISCO, W.; FRANCISCO Jr., W.E. Leitura e experimentação com o auxílio de recursos audiovisuais: reflexões sobre a manifestação de habilidades cognitivas e considerações para o ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. *Atas...* Florianópolis: ABRAPEC, 2011.
- FRANCISCO Jr., W.E.; UCHOA, A.M. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. *Educación Química*, v. XXVI, p. 87-93, 2015.
- GABEL, D. The complexity of chemistry and its implications for teaching. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. (Orgs.). *International handbook of science education*. London: Kluwer Academic, 1998, p. 223-248. V1.
- GABEL, D. Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, v. 76, n. 4, p. 548-554, 1999.

GABEL, D.L. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 3, p. 193-194, 1993.

GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. (Orgs.). *Multiple representations in chemical education*. Netherlands: Springer, 2009, p. 1-8.

HALLIDAY, M.A.K. Some grammatical problems in scientific English. In: HALLIDAY, M. A.K. e MARTIN, J.R. *Writing science*. London: Falmer Press, 1993.

JENSEN, W.B. Logic, history, and the chemistry textbook: I. Does chemistry have a logical structure? *Journal of Chemical Education*, v. 75, n. 6, p. 679-687, 1998.

JOHNSTONE, A.H. Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, v. 64, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A.H. Why is science difficult to learn? Things are seldom like they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 7, p. 75-83, 1991.

JOHNSTONE, A.H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JOHNSTONE, A.H. Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

KERMEN, I.; MÉHEUT, M. Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. *Chemistry Education: Research and Practice*, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2009.

LEVY, S.T.; WILENSKY, U. Crossing levels and representations: the connected chemistry (CC1) curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, v. 18, n. 3, p. 224-242, 2009.

MATTOS, A.P.; WENZEL, J.S. A apropriação e a significação da linguagem química no ensino de ciências pela escrita e reescrita orientada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. *Atas...* Florianópolis: ABRAPEC, 2013.

MARQUES, M.O. *Escrever é preciso: o princípio da pesquisa*. 4 ed., Ijuí: Unijuí, 2001.

MOREIRA, M.A. *Teorias de aprendizagem*. 2 ed., São Paulo: EPU, 2011.

MORTIMER, E.F.; QUADROS, A.L.; SILVA, A.C.A.; SÁ, E. F.; MORO, L.; SILVA, P.S.; MARTINS, R.F.; PEREIRA, R.R. Interações entre modos semióticos e construção de significados em aulas do ensino superior. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 3, p. 121-145, 2014.

MORTIMER, E.F.; CHAGAS, A.N.; ALVARENGA; V. T. Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. *Investigações em Ensino de Ciência*, v. 3, n. 1, p. 7-19, 1998.

MORTIMER, E.F. Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, Jr (Org). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinus, 1998. p. 95-118.

OLIVEIRA, C.M.A.; CARVALHO, A.M.P. Escrevendo em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

RIVARD, L.P.; STRAW, S.B. The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *International Journal of Science Education*, v. 88, n. 5, p. 566-593, 2000.

SANTOS, N.S; SOUZA, P.; TAVARES, L.H.W.; ROGADO, J. Investigando a linguagem escrita no ensino de química: visão e apropriação dos estudantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. *Atas...* Florianópolis: ABRAPEC, 2011.

TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

VYGOTSKY, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L.S. *A formação social da mente*. 4 ed. Trad. José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WENZEL, J.S.; MALDANER, B.O.A. A significação conceitual pela escrita e reescrita orientada em aulas de química. *Química Nova*, v. 37, n. 5, 908-914, 2014a.

WENZEL, J.S.; MALDANER, B.O.A. A prática da escrita e reescrita em aulas de química como potencializadora do aprender química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 314-320, 2014b.

SOBRE OS AUTORES

LAËSSA FERNANDA ROSA FRANÇA. Graduada em química ambiental pela Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi, onde desenvolveu trabalhos de iniciação científica na área de ensino de química.

WELINGTON FRANCISCO. Bacharel, licenciado, mestre pelo Instituto de Química de Araraquara (UNESP) e doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás. Foi professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Gurupi por cinco anos. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal da Integração Latino-Americana do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza e professor do Programa de Pós-Graduação em Química da UFT – Campus de Gurupi. Sua área de atuação é na educação química com ênfase em: ensino e aprendizagem, espaços não formais e divulgação científica, linguagem e formação de professores.

Recebido: 21 de março de 2017.

Revisado: 19 de setembro de 2017.

Aceito: 03 de novembro de 2017.