



APROPRIAÇÃO E A EVOLUÇÃO CONCEITUAL EM QUÍMICA: UMA ANÁLISE A LUZ DA RELAÇÃO COM O SABER

Wellington Francisco¹, João Victor de Oliveira Campaner¹ y Henrique Chien Hua Nascimento¹

Resumo

A apropriação de conhecimento químico se torna por muitas vezes complicada, visto que ele retrata algo não visível e necessita de imaginação e da compreensão de modelos específicos. Assim, o objetivo desse trabalho é identificar como comentários feitos pelo professor permitem a evolução conceitual e o entendimento do porquê algumas substâncias possuem cores, quando se estava debatendo sobre a interação da matéria com a radiação visível com os estudantes. Os dados foram produzidos a partir de atividades de escrita e reescrita feitas por 14 estudantes matriculados na disciplina de Química Analítica Instrumental, além da análise dos comentários. Os resultados, que foram analisados com base nos elementos da noção da relação com o saber, apontaram que é possível avaliar a aprendizagem química sobre a temática trabalhada e que a evolução conceitual é melhor alcançada quando os comentários do professor são questionadores/provocadores, ou seja, na forma de perguntas, estabelecendo relações de saber entre estudantes e professor que melhoram o domínio da normatividade e rede de significados dos conceitos científicos envolvidos.

Palavras chave

Leitura positiva, relação com o saber, aprendizagem

Conceptual appropriation and evolution in chemistry: an analysis under the relationship with knowledge

Abstract

The appropriation of chemical knowledge is a lot complicated for students to do, because the chemistry involves something that is not visible and requires specific models and imagination. The goal this work is identify how the teacher comments allow the conceptual evolution and the understanding of why some substances have color, when discussing the interaction of matter with visible radiation with the students. The dates were produced from writing and rewriting activities had done for 14 students enrolled in the discipline of Analytical Chemistry Instrumental, beyond comments analyses. The results pointed out that it is possible to evaluate the chemical learning about the thematic studied according the elements of relationship with knowledge notion and the conceptual evolution is better when the teacher comments were questioner (in the form of the questions) what establishing relationship of knowledge among students and teacher to improve of the normativity and network of meanings domain of the scientific conceptual involved.

Keywords

Positive reading, relationship with knowledge, learning

¹ Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, PR, Brasil

Introdução

Ensinar e aprender química é um trabalho que necessita da imaginação e da capacidade de interpretação da linguagem química (estrutura léxica, símbolos, representações, gráficos etc.) para entender os conceitos e os processos químicos. Entretanto, nem sempre se atinge essas características durante o processo de aprendizagem, sobretudo, quando não se tem a mobilização tanto do docente quanto do estudante, que envolve o desejo de ensinar e aprender.

Pensando em intensificar esse desejo, investir em metodologias que exploram o uso da linguagem científica, sobretudo na forma escrita, para a significação conceitual é um caminho para analisar a aprendizagem química durante a explicação de fenômenos químicos observados ou estudados pelos estudantes. 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 a linguagem expressa na forma escrita requer uma maior reflexão por parte dos estudantes, por refinar o pensamento e aumentar o entendimento do tema estudado (Oliveira e Carvalho, 2005; Erduran e Villamanan, 2009), é importante propor atividades que intensifiquem essa prática. Uma forma de reforçar esse processo é utilizar a reescrita orientada, que é capaz de possibilitar aos estudantes a apropriação e a evolução conceitual em química, possibilitando novas reflexões sobre o que foi escrito (Wenzel e Maldaner, 2014).

A apropriação conceitual é “compreendida como o processo em que o estudante, em sua escrita, utiliza termos específicos da linguagem científica escolar, mas sem indiciar uma significação química”, enquanto a evolução conceitual é quando o/a estudante, ao usar dos termos específicos, “relaciona conceitos para explicar determinado fenômeno” (Wenzel e Maldaner, 2016, p. 134-5).

Assim, em atividades de reescrita orientada, o/a professor/a interage com os/as estudantes a partir de comentários que tentam guiar a evolução conceitual. Os comentários estabelecem o que Charlot (2001, p. 27) denomina de relação com o outro, ou seja, “o outro como mediador do processo que se produz quando o sujeito imita, identifica-se, opõe-se”, que nesse caso, passa a ser a mediação pelos comentários e como os/as estudantes interpretam-nos. Ademais, tal relação com o saber pode identificar os aspectos que sustentam ou bloqueiam o processo de aprendizagem.

Identificar esses aspectos é analisar o processo sob a própria construção do/a estudante, considerando a sua história, singularidade, trajetória durante a atividade e a linguagem científica empregada. É fazer uma leitura positiva das escritas para produzir comentários que possam provocar os/as estudantes para a evolução conceitual. Para isso é necessário atuar como um professor questionador (professor que desperta o desejo de aprender nos estudantes, que faz provocações e questionamentos para mobilizá-los) e não apenas de conteúdo (professor que fornece apenas respostas aos estudantes), pois “o mais importante é entender que a aprendizagem nasce do questionamento e leva a sistemas constituídos” (Charlot, 2013, p. 114). Entendemos, portanto, que o processo de aprendizagem se inicia na apropriação conceitual e finaliza, com o auxílio do/a professor/a, de outras pessoas e diversas relações com o saber, com a evolução conceitual (que são os sistemas constituídos em um processo que implica a realização de diferentes relações conceituais).

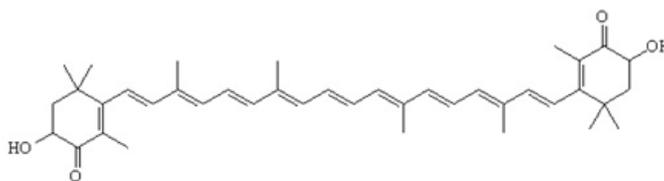
Assim buscamos neste trabalho identificar como os comentários feitos pelo professor, durante atividades de escrita e reescrita orientada, permitiram a evolução conceitual dos/as estudantes em explicar o porquê de algumas substâncias possuírem cores com base na interação da matéria com a radiação visível. Para isso apoiamos-nos em alguns elementos da noção da relação com o saber para avaliar esse processo (Autor 3, XXXX).

Metodologia

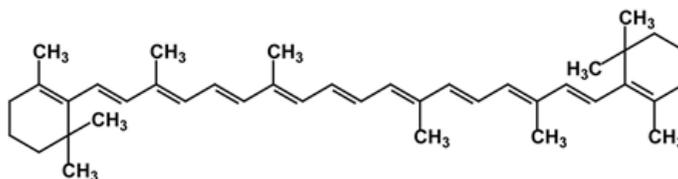
Apoiando-se na pesquisa qualitativa, em que o pesquisador busca captar o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes (Lüdke e André, 1986), a produção de dados deste trabalho foram as respostas (tanto escrita quanto reescrita) de 14 estudantes frente a seguinte questão, apresentada na Figura 1:

A astaxantina é um composto carotenóide responsável pela cor do salmão. Em alguns crustáceos, como a lagosta e os camarões, ela encontra-se envolta em uma proteína presente em suas carapaças. Quando esses crustáceos são fervidos, a cadeia proteica se desnatura, liberando a astaxantina e conferindo uma cor rosa aos mesmos. A molécula do caroteno possui uma estrutura química similar à da astaxantina, sendo o caroteno o responsável pela cor laranja de cenouras, mangas e caquis.

Astaxantina



Caroteno



- Dentre os compostos, qual apresentará uma transição eletrônica $n \rightarrow \pi^*$? Justifique a sua resposta.
- Que tipo de transição eletrônica é responsável pelas cores observadas nesses compostos?
- Qual é a relação entre as estruturas e as cores apresentadas por estes compostos? Justifique a sua resposta com base na teoria dos orbitais moleculares.

Figura 1. Questão utilizada para a análise da aprendizagem no trabalho.

Tal pergunta estava presente em uma das atividades avaliativas da disciplina de Química Analítica Instrumental, da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi, ministrada no semestre de 2016/2. O processo da reescrita consistiu primeiramente na correção da escrita, feita a partir de comentários do professor, em que os estudantes liam e sanavam dúvidas com o professor sobre os comentários. Após isso, os estudantes tinham um prazo de uma semana para a entrega da reescrita.

Para análise dos dados, considerando a aprendizagem (quatro critérios nas escritas e reescritas: descrição dos conceitos/processos; uso de termos científicos, explicação dos conceitos/processos; uso de simbologias) dos conceitos químicos presentes na questão foram utilizados o referencial teórico-metodológico de Autor 3 (XXXX), destacando os seguintes elementos da relação com o saber:

- **Normatividade:** Envolve uma relação com o mundo, definida como as operações ou normas exigidas pela própria natureza do saber que devem ser apropriadas e expressas para alcançar a aprendizagem. O que está em evidência aqui é a mediação entre a representação do saber e a apropriação e evolução do saber pelos estudantes. Exemplos: estrutura da linguagem científica e simbologias (símbolos matemáticos, fórmulas químicas, desenhos de partículas, equações matemáticas, equações químicas, gráficos, modelos etc.).
- **Rede de significados:** Também se trata de uma relação com o mundo, abrangendo os conhecimentos e todas as relações científicas envolvidas em um saber, ou seja, os pré e pós-saberes (o que o estudante já precisa conhecer e o que o estudante aprenderá após a compreensão do saber). Exemplo: ácido (pré-saber) – ácido forte e ácido fraco (saber) – grau de ionização e diferença de pH (pós-saberes).
- **Relação de saber:** É um elemento dentro da relação com o outro, que significa as relações sociais entre os sujeitos que já detém o conhecimento com aqueles que estão em processo de apropriação. Exemplos: os comentários feitos pelo professor funcionam como relação de saber; *feedbacks*, diálogos, correções, orientações etc.
- **Professor questionador:** Outro elemento presente na relação com o outro, o professor questionador é aquele que desperta o desejo no estudante em aprender, de modo a convergir o motivo de estudar com o objetivo de apropriar-se de conhecimentos. Exemplos: fazer questionamentos, propor problemas, desafiar os estudantes etc.
- **Mobilização:** Compreende uma relação consigo mesmo. A mobilização ocorre quando o desejo converge com a vontade e o sujeito passa a se colocar como recurso da própria aprendizagem. Exemplos: reescrever, resolver problemas, tomar decisões, autoavaliar etc.

Resultados e Discussão

1. As Tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente, o nível de apropriação conceitual e evolução conceitual dos/as estudantes em relação aos saberes envolvidos na questão analisada. Os números que aparecem representam as respostas corretas na escrita (Tabela 1) e reescrita (Tabela 2) em comparação com cada critério estabelecido. A sigla NA significa não se aplica (quando não há necessidade de usar simbologia para explicação), enquanto 1 e 2 correspondem aos saberes dos itens a (primeiro) e itens b e c (segundo) da questão:

Saberes	Descrição	Termos científicos	Explicação	Simbologia
1. Reconhecimento da transição eletrônica $n \rightarrow \pi^*$	7	7	5	0
2. Compreensão da relação entre estrutura e cor	3	2	1	NA

Tabela 1. Resultados de aprendizagem da atividade de escrita e os critérios de avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes (N = 14 estudantes).

Saberes	Descrição	Termos científicos	Explicação	Simbologia
1. Reconhecimento da transição eletrônica $n \rightarrow \pi^*$	10	10	8	2
2. Compreensão da relação entre estrutura e cor	5	5	4	NA

Tabela 2. Resultados de aprendizagem da atividade de reescrita e os critérios de avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes (N=14 estudantes).

Considerando que a apropriação conceitual está arrolada com o emprego de termos específicos corretos, mas sem explicar as relações causa-efeito nos fenômenos químicos, o

uso correto dos termos científicos e a correta descrição dos fenômenos/processos indicam uma apropriação conceitual de 50% por parte dos estudantes na escrita. No entanto, a evolução conceitual só começa a aumentar a partir da reescrita, em que a explicação dos fenômenos atinge um nível maior, resultados semelhantes aos encontrados por Lima e Weber (2019).

Como veremos na análise mais detalhada, a evolução conceitual acontece devido aos tipos de comentários realizados pelo professor, sobretudo quando eles são mais questionadores/provocadores. Segundo Wenzel e Maldaner (2016, p. 135), “o processo de reescrita orientada objetiva avanços do entendimento sobre química por parte dos alunos” pois possibilita “ao estudante ler novamente seu texto, agora à luz das orientações” para “à tomada de consciência e à evolução do significado conceitual”. Os resultados descritos por França e Francisco (2018) também apontam que na escrita os estudantes primeiro descrevem os fenômenos e processos químicos, enquanto a explicação só acontece quando são orientados para a reescrita.

Para verificarmos como os comentários auxiliaram no processo de evolução conceitual, apresentaremos a partir de agora a análise das escritas e reescritas feitas por dois estudantes (E2 e E6). A escolha dos dois estudantes se dá pela possibilidade de identificar melhor todo o processo de aprendizagem vivenciado durante a trilogia escrita-comentários-reescrita, o que evidencia as relações com o saber dos sujeitos. O exemplo a seguir destaca a resposta de E2 do item a da questão, assim como os comentários realizados pelo professor:

E2 (Escrita) – Qa: “Caroteno, devido à linha de absorção de compostos orgânicos estar relativamente relacionado a transições de grupos funcionais capazes de absorver radiação em sobreposição desses grupos comumente chamados de grupos cromóforos”.
Comentário feito pelo professor: 1- “Não seria astaxantina, repare os grupos cromóforos”; 2- “O que os grupos hidroxílicos possuem?”.

Analisando a resposta de E2 nota-se que a escolha pelo caroteno não está correta, assim como sua explicação, pois tomando a interpretação das estruturas químicas, apenas a astaxantina possui grupos oxigenados ligados a um dos anéis. Sabe-se que os átomos de oxigênio quando em ligações químicas apresentam pares de elétrons livres – apesar de não estar presente na representação indicada – que são passíveis de sofrer transição eletrônica ($n \rightarrow \pi^*$) quando são excitados por radiação ultravioleta (ou visível).

Os dois comentários feitos pelo professor buscam mobilizar o estudante a analisar sua resposta, sobretudo no questionamento, para tentar reconhecer o caminho para a resposta certa, que envolve uma evolução conceitual da rede de significados e o domínio da normatividade do saber. Para a rede de significados, o estudante precisa entender o que é grupo cromóforo (pré-saber) para identificar na estrutura química os grupos que possuem par de elétrons livres (saber, que envolve a normatividade) e correlacionar com o tipo de transição eletrônica $n \rightarrow \pi^*$ (pós-saber). Ademais, ambos os comentários funcionam como uma relação de saber, em que o professor, que já domina o assunto, busca mostrar ao estudante que a análise deve ser feita de acordo com os grupos que apresentam par de elétrons livres.

Em uma análise mais pontual, o primeiro comentário é mais direto, assinalando qual seria a substância e dando foco na visualização da estrutura química, ou seja, no reconhecimento da normatividade. Entende-se que tal orientação permite ao estudante

apropriar da rede de significados do saber, devido ao aluno não ter relacionado o grupo cromóforo com a transição eletrônica do tipo $n \rightarrow \pi^*$.

Já o segundo comentário é questionador por ser feito em forma interrogativa. Provoações desse tipo buscam instigar o aluno ao conhecimento, focalizando novamente no elemento normatividade para identificar a característica do grupo cromóforo e correlacionar com o tipo de transição eletrônica.

Mesmo o estudante não identificando a substância correta (astaxantina) que pode apresentar a transição eletrônica $n \rightarrow \pi^*$, a continuação de sua resposta aponta para uma apropriação conceitual sobre quais grupos estão envolvidos na transição (parte grifada).

Entretanto, a resposta ainda não relaciona todos os conceitos para explicar o fenômeno (Wenzel e Maldaner, 2016). Portanto, há a necessidade de uma evolução conceitual para o desenvolvimento do item da questão. Isso acontece na reescrita, como é apresentada a seguir:

E2 (Reescrita) – Qa: “Astaxantina, pois apresenta um sistema que possui um grupo funcional carbonila associado a orbitais envolvidos nessa transição, onde os pares de elétrons isolados do oxigênio e orbital molecular antiligante do par $C = O$ de π^* ”.

Na reescrita, a resposta do estudante demonstra que o comentário foi efetivo, pois com suas próprias palavras descreve, explica e representa corretamente a rede de significados envolvida, respondendo à pergunta do comentário dois. Esse é um exemplo do processo de significação, pois o estudante faz uso das próprias palavras num processo que implica a realização de diferentes relações conceituais, e conseqüentemente, alcança a formação do pensamento conceitual (Wenzel e Maldaner, 2014).

Tal resultado evidencia que houve uma evolução conceitual, de forma parecida com os trabalhos de França e Autor 3 (XXXX) quando os comentários são na forma de pergunta. Isso possibilita o estabelecimento de uma relação consigo mesmo e com o outro (Charlot, 2000), pois o estudante se mobilizou (relação consigo mesmo) para responder à pergunta feita pelo professor que o orientou (relação com o outro).

O extrato a seguir representa a resposta do item c da questão, seguida dos comentários do professor feito para E2:

E2 (Escrita) – Qc: “São relativamente diferentes em relação a sua absorção tanto na sua interação e comprimento de onda como que cor emitida. A ocupação de orbitais com números quânticos maiores são eficientemente capazes de absorver radiação eletromagnética na região do UV-visível sendo que a linha de transição faz uma ponte devido a posição do orbital quando excitado”.

Comentários feitos pelo professor: 1- “Por quê?” (em relação a: “São relativamente diferentes em relação a sua absorção tanto na sua interação e comprimento de onda como que cor emitida...?”); 2- “Como saber?” (para “...a ocupação de orbitais com números quânticos maiores...?”); 3- “Pense que são substâncias orgânicas que absorvem na região do visível! Existe uma extensa conjugação nas estruturas?”.

Analisando-se a resposta de E2, nota-se que o estudante, apesar de usar de termos científicos relacionados ao saber da questão, não responde a pergunta. Logo, a apropriação conceitual ocorre de forma incipiente porque não se tem uma significação química do saber, necessitando uma evolução para a explicação da relação entre as estruturas químicas e a presença da coloração.

Os três comentários feitos foram a respeito da normatividade do conhecimento, buscando guiar o aluno para uma evolução conceitual. Os comentários um e dois foram perguntas mais diretas devido ao conceito não estar incorreto, entretanto não foi desenvolvida a explicação. Já o comentário três pode ser dividido em 2 partes, ambas com intuito reflexivo, sendo sua primeira parte (“*Pense que são substâncias orgânicas que absorvem na região do visível!*”) uma afirmação direta que encaminha o estudante para os pós saberes e a segunda (“*Existe uma extensa conjugação nas estruturas?*”) é questionadora, dando assim um foco novamente a normatividade para o aluno se mobilizar a pesquisar mais sobre os conceitos envolvidos. A partir dos comentários, E2 responde da seguinte maneira na reescrita:

E2 (Reescrita) – Qc: “A radiação envolve a absorção de fótons de energia equivalente a diferença entre energia do estado fundamental e a do estado excitado dessas moléculas. As estruturas moleculares dos carotenoides fazem-se ligações simples e duplas alternadas. Dado um intervalo maior, menor será a energia para promoção do elétron para um estado de maior energia. Na astaxantina o intervalo apresenta-se de forma maior que o caroteno, pois tem uma ligação de C=O e apresenta ligações simples C-C onde estas ligações absorvem maior comprimento de onda que o caroteno. Logo se as cores do salmão são responsáveis pela astaxantina sua absorção deve ser dada pela região do verde, de acordo com espectro de leitura e o caroteno responsável pela cor laranja absorve azul; Logo a radiação verde tem uma menor energia de radiação que o azul, com isso se basearmos a estrutura molecular com a previsão está relacionada, logo podemos, perceber que o que chega aos nossos olhos e a radiação não absorvida pelo composto”.

Na reescrita E2 foca somente no terceiro comentário (foco da questão), pois além de ser uma resposta totalmente diferente da escrita, há um direcionamento para a relação entre a conjugação presente na estrutura química e coloração (parte grifada) que é realmente o eixo central da questão. Isso demonstra que o aluno conseguiu interpretar os comentários e canalizar no questionamento central, pois a extensa conjugação em estruturas químicas faz com que a quantidade de energia absorvida para provocar as transições eletrônicas seja menor, e portanto, aumenta o comprimento de onda para a região do visível.

A capacidade de filtrar a principal orientação demonstra que o estudante teve uma mobilização para responder à questão, porque se põe como o próprio recurso durante o processo. Ademais, as relações de saber propiciadas pelos comentários questionadores do professor possibilitou essa evolução conceitual, pois o “estudante consegue relacionar corretamente as palavras específicas da química para explicar um determinado fenômeno” em que “o uso da palavra não foi apenas de forma mecânica ou da qual não tomou consciência, mas denota capacidade de realizar diferentes relações conceituais, o que, por sua vez, remete para o uso consciente dos conceitos químicos” (Wenzel e Maldaner, 2014, p. 135) e de sua rede de significados.

A resposta exemplificada a seguir corresponde a escrita de E6 para o item a:

E6 (Escrita) – Qa: “Ambos os compostos apresentam as transições $n \rightarrow \pi^*$, devido à presença da dupla ligação que permite a conjugação entre as ligações simples e duplas, o que torna possível a absorção da luz UV visível por estes compostos”.

Comentários feitos pelo professor: 1. “Somente a astaxantina!”; 2. “Transição $n \rightarrow \pi^*$ acontece quando a substância possui átomos com pares de elétrons livres”.

Analisando a resposta de E6 percebe-se que ainda não ocorreu a apropriação conceitual, uma vez que a resposta afirma que ambos os compostos apresentam transições $n \rightarrow \pi^*$. Isso é mostrado pela estudante ao escrever que as duplas ligações (grupos cromóforos) permitem a conjugação entre ligações simples e duplas (correspondente à transição $\pi \rightarrow \pi^*$) e não em relação os elétrons livres no átomo de oxigênio nos grupos de C=O e -OH presentes na estrutura química da astaxantina.

E6 (Reescrita) – Qa: “Ambos os grupos apresentam grupos cromóforos porém apenas a Astaxantina apresenta a transição $n \rightarrow \pi^*$ devido à presença dos pares de elétrons livres do oxigênio”.

Os dois comentários não são questionadores, mas diretos e voltados tanto para normatividade como para a rede de significados do conhecimento, pois o professor aponta qual é a substância correta sem explicitar ao estudante a correlação entre o grupo cromóforo com a possível transição eletrônica. Isso porque, pela escrita, nota-se uma apropriação conceitual do saber grupo cromóforo, porém a dificuldade está na conexão desse saber com o saber da transição eletrônica que evidencia a evolução conceitual. Desta forma, na reescrita, E6 buscou estabelecer a relação científica entre os dois saberes com suas próprias palavras, mesmo o comentário do professor fornecendo praticamente a resposta:

Como o comentário do professor não foi questionador, a ponto de provocar uma reflexão ao estudante para a mobilização, o que se observa é uma reescrita com as próprias palavras e representações propostas pelo professor. Por mais que exista a conexão entre os saberes, ligando-os em rede de significados, essa construção não é singular do estudante mesmo o comentário funcionando como um mediador da relação de saber entre professor-aluno (Charlot, 2000).

Tal resultado evidencia a necessidade de os comentários serem sempre questionadores e não prontos com o conteúdo. Assim seria preciso fazer um novo comentário para que o estudante pudesse construir seu próprio enunciado, ressaltando tanto a normatividade como a rede de significados. Wenzel e Maldaner (2016) também apontam, em seus resultados, a necessidade da professora fazer mais de um comentário para guiar para a evolução conceitual.

Em continuação é apresentado a resposta da atividade de escrita do item c de E6:

E6 (Escrita) – Qc: “Essa transição eletrônica a níveis mais elevados ocorre de acordo com a teoria dos orbitais moleculares e são responsáveis pela absorção na região UV. Essa transição através dos subníveis moleculares de energia fornece a energia necessária para que ocorra essa absorção em regiões de 200 a 700nm. São as transições $n \rightarrow \pi^*$ e $\pi^* \rightarrow \pi^*$ que fornecem energia necessária para que os compostos orgânicos sejam capazes de absorver a energia luminosa visível devido à presença dos grupos cromóforos e suas insaturações que permitem a conjugação entre as ligações simples e duplas”.

Comentários feitos pelo professor: 1- “Qual a relação da teoria do orbital molecular com a capacidade de absorção?” (em relação: “...teoria dos orbitais moleculares...”); 2- “São as transições que fornecem energia ou as radiações eletromagnéticas” (em conformidade com: “...São as transições $n \rightarrow \pi^*$ e $\pi^* \rightarrow \pi^*$ que fornecem energia necessária...”)

A resposta de E6 evidencia corretamente as principais transições eletrônicas que podem ocorrer quando os grupos cromóforos das substâncias absorvem a radiação eletromagnética ultravioleta ou visível, porém indica que são elas que fornecem energia para a absorção e não a própria radiação eletromagnética. Apesar do uso adequado de símbolos para representar as transições e os comprimentos de onda, como apontado por Talanquer (2011), importante durante a explicação dos conceitos, na escrita não é estabelecido corretamente a rede de significados entre os conceitos (saberes).

Nesse sentido, os comentários do professor questionam o estudante para estabelecer essas relações científicas tanto para a teoria do orbital molecular como para a correção da causa-efeito na explicação da energia-transição. Com isso, E6 realiza a seguinte reescrita:

E6 (Reescrita) – Qc: “Essa transição eletrônica a níveis mais elevados ocorre de acordo com a teoria dos orbitais moleculares e são responsáveis pela absorção na região do ultravioleta. De acordo com a teoria leva em consideração a sobreposição de orbitais e os elétrons não emparelhados, assim, estes podem ocupar a mesma região do espaço, o que aumenta a capacidade de absorção da luz UV. Essa transição através dos subníveis moleculares fornece a energia necessária para que ocorra a absorção nas regiões de 200 a 700 nm. Ao absorver energia luminosa visível devido à presença dos grupos cromóforos os compostos orgânicos realizam as transições $n \rightarrow \pi^*$ e $\pi^* \rightarrow \pi^*$ ”.

Na reescrita nota-se que E6 foca exclusivamente nos comentários, o que reporta o papel do professor questionador em problematizar e provocar o estudante por meio da relação com o outro. Indissociavelmente, os comentários despertam o desejo do estudante em mostrar uma evolução conceitual, fato que traz à tona o movimento interno do sujeito como o próprio recurso para realizar a atividade, denominado de mobilização (Charlot, 2000).

Desta forma, na nova resposta há incrementos pontuais que possibilitaram a melhor compreensão da rede de significados e conseqüentemente uma evolução conceitual. No entanto, aqui merece outra reflexão porque o professor realiza outro comentário direto sobre porque tais substâncias são coloridas “*A cor surge principalmente pela extensa conjugação!*”. Assim, mesmo o aluno tendo melhorado e se apropriado do conhecimento ainda teria que estabelecer novas relações de saber (com o professor ou com mais comentários do professor) para dominar toda a rede de significados envolvida nesse saber para evoluir mais.

Wenzel e Maldaner (2016) apresentam resultados semelhantes relacionados com as explicações das propriedades da água, em que mesmo com os comentários, alguns estudantes permanecem em um nível descritivo na reescrita. Vale destacar o que Bakhtin (2010, p. 294) ressalta sobre a necessidade de constante evolução por meio da escrita para criar o próprio enunciado: “quando passo a fazer uso da palavra ela vai se tornando minha, pois está compenetrada da minha expressão”.

Conclusão

A partir desta investigação é possível destacar dois pontos importantes: um deles é a utilização dos elementos da noção da relação com o saber que permitem analisar o processo de aprendizagem durante a atividade de escrita e reescrita; o segundo é a evolução conceitual alcançada pelos estudantes a partir da orientação do professor por meio dos comentários.

Esses dois aspectos trazem em si uma indissociabilidade no processo de aprendizagem. Isso porque os principais elementos da noção da relação com o saber suscitados durante a análise foram a normatividade e a rede de significados (abarcam as relações com o mundo), que expressam justamente os conhecimentos que os estudantes apropriam. Dessa apropriação primeira, é possível provocar a evolução conceitual, intensificada pelos elementos professor questionador, relações de saber (relações com o outro) e mobilização, que fazia com que ocorressem as relações consigo mesmo nos estudantes.

No entanto, por mais que os comentários feitos pelo professor permitiram a evolução conceitual dos estudantes sobre a relação entre as estruturas químicas e a interação com a radiação visível, o que provoca a transição eletrônica, em química, os comentários não podem apresentar a resposta direta. É preciso que eles sejam questionadores, provocativos e reflexivos ao ponto de os estudantes utilizarem de suas próprias palavras para dar significado e se ajustar ao contexto que é abordado.

Referências

- Bakhtin, M. M. (2010). *Estética da criação verbal*. 5. ed. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes.
- Charlot, B. (2000). *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre: Artmed.
- Charlot, B. (2001). *Os jovens e o saber: perspectivas mundiais*. Porto Alegre: Artmed.
- Charlot, B. (2013). *Da relação com o saber às práticas educativas*. São Paulo: Cortez.
- Erduran, S. e Villamanan, R. (2009). Cool argument: engineering students' written arguments about thermodynamics in the context of the Peltier effect in refrigeration. *Educación Química*, 20(2), 119-125.
- França, L. F. R.; e Hua Nascimento, H.C. (XXXX).
- Hua Nascimento, H.C. (XXXX).
- Lima, M. C.; e Weber, K. C. (2019). Determinação de níveis de letramento científico a partir da resolução de casos investigativos envolvendo questões sociocientíficas. *Educación Química*, 30(1), 69-79.
- Lüdke, M.; e André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Oliveira, C. M. A.; e Carvalho, A. M. P. (2005). Escrevendo em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, 11(3), 347-366.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Wenzel, J. S.; e Maldaner, O. A. (2014). A significação conceitual pela escrita e reescrita orientada em aulas de química. *Química Nova*, 37(5), 908-914.
- Wenzel, J. S.; e Maldaner, O. A. (2016). A Prática da Escrita e da Reescrita Orientada no Processo de Significação Conceitual em Aulas de Química. *Ensaio*, 18(2), 129-146.
- Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente*. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes.

Recepción: 13 de marzo de 2019 Aprobación: 3 de mayo de 2019