

Os três aspectos do conhecimento químico interligados em uma sequência didática sobre reversibilidade

Késsya M. Buffolo (ID)^{1*}, Leandro dos Santos (ID)¹, Mariana C. Alves (ID)¹, Natália F. da Silva (ID)¹, Marcelo P. da Silveira (PQ)¹, Débora P. Cedran (PG)¹, Ananda J. Bordoni (PG)¹.
kessyamendonca@hotmail.com*.

¹Universidade Estadual de Maringá - UEM, Av. Colombo, 5790 - Jardim Universitário, CEP: 87020-900 - Maringá - Paraná.

Palavras-Chave: Equilíbrio químico, PIBID, EAP

RESUMO: NESTE TRABALHO SERÃO DISCUTIDOS OS TRÊS ASPECTOS DO CONHECIMENTO QUÍMICO, CONSIDERANDO A REVERSIBILIDADE DE REAÇÕES, COM O OBJETIVO DE CONTRIBUIR NA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DENTRO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA. PARA ISSO, ESTA FOI DIVIDIDA EM DUAS ETAPAS, SENDO A PRIMEIRA ABORDANDO AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS REVERSÍVEIS E IRREVERSÍVEIS A PARTIR DE UM EXPERIMENTO. NA SEGUNDA ETAPA FOI DESENVOLVIDO UM EXPERIMENTO PARA QUE OS ALUNOS ANALISASSEM O OCORRIDO EM UMA MISTURA DE SOLUÇÕES, SEGUINDO O PRINCÍPIO DE LE CHATELIER. A PARTIR DO QUESTIONÁRIO E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS FOI POSSÍVEL VERIFICAR A FORMULAÇÃO DE CONJECTURAS POR PARTE DOS ALUNOS, NA TENTATIVA DE ESTREITAR AS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA LITERATURA SOBRE OS CONCEITOS DE EQUILÍBRIO QUÍMICO, COMO NO CASO DA REVERSIBILIDADE.

INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) priorizam o desenvolvimento científico e tecnológico em todas as áreas do conhecimento, sendo a disciplina de química uma das responsáveis por grande parte das contribuições em diversos aspectos econômicos, sociais e políticos. Um dos objetivos do ensino de química é permitir ao aluno o desenvolvimento de conhecimento crítico capaz de auxiliar na compreensão de alguns conceitos, por exemplo, das transformações químicas que ocorrem no mundo, dando subsídios para que o aluno possa julgar criticamente informações presentes no meio social em que vive.

Nesse sentido, o ensino de química deve colaborar para que o aluno desenvolva habilidades cognitivas e afetivas que possibilitem a tomada de decisões em situações problemas com vistas a formar um cidadão reflexivo na sociedade (BRASIL,1999).

Dentre o universo de conteúdos químicos que podem ser abordados de acordo com as perspectivas apontadas anteriormente, encontra-se o conteúdo de equilíbrio químico, que está diretamente relacionado a diversos aspectos presentes no cotidiano do aluno, como a produção de alimentos e os fenômenos relacionados à poluição. Entende-se por equilíbrio químico, a condição na qual as concentrações de todos os reagentes e produtos em um sistema fechado param de variar (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999, p. 531) para isso, é indispensável que a reação seja reversível, já que, para que as concentrações sejam constantes, as velocidades da reação que ocorrem em um sentido, que pode ser o direto em uma reação, devem ser iguais as velocidades de formação no sentido oposto (no caso sentido inverso).

Considerando essas condições, como a reversibilidade, a presença de várias substâncias (como reagentes e produtos) em um mesmo meio reacional, infinitas reações ocorrem, o que não poderia ser desconsiderado em sua importância no ensino de Química. Assim:

O conceito de Equilíbrio Químico é de grande importância para o ensino de Química, seja por ser um conceito central na compreensão de várias transformações químicas, seja porque muitos fenômenos de nosso cotidiano podem ser explicados através de suas leis [...] (CAROBIN e SERRANO, 2007, p.132).

Machado (1992) também discute em sua pesquisa de mestrado a estreita relação que os conceitos envolvidos no equilíbrio químico têm com as transformações químicas, e que podem contribuir com o entendimento de vários processos químicos:

O estudo do conceito de Equilíbrio Químico pode permitir que o aluno atribua a estas transformações as características dinâmicas fundamentais para a compreensão de grande parte dos processos químicos (MACHADO, 1992, p.14).

Apesar de os conteúdos, relacionados ao conceito de equilíbrio químico, contribuírem para compressão de vários aspectos pertinentes ao nosso dia a dia, muitas vezes, os alunos apresentam certas dificuldades, pelo fato de alguns desses conceitos serem complexos e de natureza abstrata, ou por se tratarem de conceitos que são norteados por vários outros, como por exemplo, na relação entre igualdades de velocidades no equilíbrio, em que necessita-se compreender conceitos como concentração de reagentes e produtos, cinética, estequiometria, entre outros.

Giordan e Góis (2007) discutem que para haver compreensão e significação de conceitos químicos é necessária a integração de três aspectos: o aspecto macroscópico, simbólico e microscópico. Os autores afirmam ainda que, quando o processo de ensino e aprendizagem ocorre por meio destes três aspectos, as dificuldades dos alunos na disciplina de química podem ser minimizadas, pois os alunos podem interpretar e aprendem o fenômeno como um todo.

Giordan e Góis (2007) consideram que o aspecto macroscópico, consiste nos fenômenos e processos visíveis, por exemplo, a variação de temperatura, alteração de cor, cheiro, ou mesmo, quando o professor utiliza exemplos do cotidiano, pois o aluno consegue relacionar o conceito com fatos do seu dia a dia. O aspecto simbólico caracteriza-se pela utilização da linguagem específica da química, como os símbolos, ou ainda, a utilização da linguagem para a interpretação dos fenômenos, como, gráficos, analogias, representação de modelos, que muitas vezes são utilizadas para exemplificar as transformações químicas. Já o aspecto microscópico é o estudo da matéria e suas transformações e envolve o comportamento no arranjo de moléculas e partículas, ou seja, aquilo que não é observável.

Segundo Johnstone citado por Wartha e Resende (2011), as dificuldades no ensino e aprendizagem de química aparecem, pois os conceitos são centrados em apenas um dos aspectos do conhecimento químico, priorizando o macroscópico ou simbólico, não dando muita importância a aspectos fundamentais como o microscópico, fato predominante no ensino de equilíbrio químico. Isto pode explicar as dificuldades que os alunos apresentam em compreender que uma substância pode ser transformada em outra, ou que uma reação pode ser reversível. Como discutem Machado e Aragão (1996, p.19) “[...] muitos alunos relacionam o estado de equilíbrio químico a ausência de alterações no sistema, o que inclui a concepção de que a reação não acontece mais”, ou seja, os alunos apresentam uma visão de que após o equilíbrio, nada mais ocorre, concebendo a reação como estática.

O princípio de Le Chatelier também pode ser utilizado como exemplo, uma vez que é abordado de forma a dar ênfase à memorização, como por exemplo, ao afirmar

que o aumento da concentração de um reagente ou produto, sempre deslocará o equilíbrio para o lado oposto à adição. No entanto, quando são desenvolvidas atividades que exigem maior reflexão, como formular hipóteses, desenvolver cálculos químicos e interpretar gráficos e tabelas, é possível identificar dificuldades por parte dos alunos. Desta forma, uma abordagem que privilegie aspectos somente de memorização e não de reflexão, pode fazer com que o aluno tenha percepções fragmentadas do princípio, como discutem Canzian e Maximiano (2008) em seu trabalho em que analisam a formulação do princípio de Le Chatelier em livros didáticos.

[...] aplicação mecânica não exige um completo entendimento das características que compõe o estado de equilíbrio químico, o que pode promover uma falsa sensação de entendimento, já que a aplicação do princípio “funciona de forma lógica. (CANZIAN & MAXIMIANO, 2008, p.6)

Várias pesquisas relacionadas ao ensino do conceito de equilíbrio químico, por exemplo, Machado e Aragão (1996), Raviolo e Garritz (2008) e Carobin e Serrano (2007), destacam que as maiores dificuldades dos alunos estão centradas na definição de conceitos de equilíbrio estático ou dinâmico, na representação de reagentes e produtos, nas analogias utilizadas de forma distorcida e na compreensão do princípio de Le Chatelier.

Com o objetivo de minimizar algumas das dificuldades apontadas, foi elaborada uma sequência didática para abordar o conteúdo de reversibilidade das transformações químicas, dando ênfase nos três aspectos do conhecimento químico.

METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida no Colégio de Aplicação Pedagógica (CAP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), e aplicada para 3 turmas dos 3º anos do Ensino Médio (EM), com um total de 77 alunos. Estes foram divididos em grupos de até 5 alunos por turma em todas as etapas. As atividades foram aplicadas pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), sob a orientação da professora supervisora de química no colégio, que também faz parte do grupo PIBID - Química/UEM. A partir das dificuldades identificadas tratadas na literatura sobre o conceito do processo de ensino/aprendizagem para o tema equilíbrio químico, tais como, definição de conceitos de equilíbrio estático ou dinâmico, representação de reagentes e produtos, o princípio de Le Chatelier (MACHADO, ARAGÃO, 1996; CAROBIN, SERRANO, 2007; RAVIOLO, GARRITZ, 2008), foram desenvolvidas atividades para que algumas dessas dificuldades de aprendizagem, como por exemplo, a dificuldade em compreender o porquê algumas reações são reversíveis e outras não, para que assim estas pudessem ser minimizadas.

A elaboração da proposta teve início em outubro de 2015, com duração de cerca de três meses, sendo o planejamento dividido em duas etapas. Posteriormente, as atividades foram aplicadas em seis aulas, envolvendo cinco bolsistas do projeto, um aluno voluntário, a professora supervisora e uma professora colaboradora. Cada etapa foi planejada de forma que as atividades pudessem abranger alguns conceitos de equilíbrio, como características das reações reversíveis, reversibilidade das reações, e reagentes e produtos em uma solução após ela ter aparentemente

terminado. Para isso foram utilizados os três aspectos do conhecimento químico. Um resumo das atividades realizadas está apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Atividades realizadas em cada etapa da sequência didática de equilíbrio químico.

Etapa 1	Transformações Químicas Reversíveis e Irreversíveis <ul style="list-style-type: none">● Experimento: “Água furiosa”● Questionário● Atividade: Classificação de transformações reversíveis e irreversíveis
Etapa 2	Reações Reversíveis <ul style="list-style-type: none">● Experimento: Equilíbrio químico dos íons cromato e dicromato● Questionário

A atividade da primeira etapa, “água furiosa”, foi uma adaptação de um experimento do canal do YouTube denominado “Manual do Mundo” (THENÓRIO, 2013), e foi realizado primeiramente de forma demonstrativa. O experimento consiste em uma mistura de glicose ($C_6H_{12}O_6$), hidróxido de sódio (NaOH), e indicador de azul de metileno. Após a demonstração, foi entregue para cada grupo um recipiente contendo uma amostra da solução para que eles pudessem fazer as suas próprias observações.

O objetivo desta primeira etapa foi utilizar o experimento como uma forma de introduzir a discussão sobre as transformações químicas reversíveis e irreversíveis. Então, ao início da aula os alunos foram convidados a refletir sobre a seguinte questão: *“Por que certas transformações não se completam, ou se “completam” sem consumir todo reagente?”* Para que fosse possível essa discussão, os grupos receberam um roteiro do experimento denominado “água furiosa”, descrito acima. Quando a mistura das soluções era agitada, essa passava de incolor para azul, e quando a mistura era deixada em repouso, após alguns instantes a solução retornava à incolor. Esse experimento foi demonstrado, com o objetivo de discutir reversibilidade de alguns processos, integrando o aspecto macroscópico e o microscópico.

Após o experimento, foi entregue aos alunos uma folha descrevendo alguns processos como, por exemplo, cozimento de alimentos, condensação da água, compressão de uma mola. O intuito era que os alunos classificassem cada fenômeno como similar ou não ao experimento da “água furiosa”, justificando suas respostas. Nessa atividade os alunos deveriam refletir sobre os processos do cotidiano, comparando-os com o experimento, construindo assim a ideia de reversibilidade e irreversibilidade.

Na última etapa, para iniciar as discussões, os alunos foram convidados a refletir dentro de seus grupos, e depois coletivamente, sobre três questões: *“Quando misturamos duas substâncias e ocorre uma reação, se tivermos o bastante dos dois compostos, a reação vai consumir totalmente os reagentes?”*, *“Será que é possível que os produtos de uma reação voltem a formar os reagentes?”* e *“Reagente e produto podem coexistir num mesmo recipiente?”*. O questionamento foi feito seguido de uma discussão oral com os alunos. A discussão de tais questões tinha como objetivo a problematização do experimento que foi aplicado na sequência.

E então, após as discussões, os alunos receberam o roteiro do experimento “Equilíbrio químico dos íons cromato e dicromato”, adaptado de Mortimer e Machado (2013, p.169). O experimento consistia na enumeração de seis tubos de ensaio, sendo adicionadas diferentes soluções em cada um deles. Assim, ao tubo 1 foi adicionado cromato de potássio (K_2CrO_4), e ácido clorídrico (HCl), ao tubo 2 cromato de potássio

(K₂CrO₄), cloreto de bário (BaCl₂) e solução de HCl, no tubo 3 cromato de potássio (K₂CrO₄), cloreto de bário (BaCl₂), e solução de NaOH, ao tubo 4 foi somado dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), a solução de NaOH, no tubo 5 foi acrescentado dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), solução de (BaCl₂) e solução de HCl, e por ao tubo 6 dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), solução de (BaCl₂), e solução de NaOH.

O experimento foi realizado por cada um dos grupos e nesta etapa era necessário, que os alunos sistematizassem suas ideias a respeito dos fenômenos observados. Para que isso fosse possível, foi entregue junto ao roteiro do experimento, um questionário que continha uma tabela, onde os alunos anotavam o que acontecia em cada tubo, e após preencher essa tabela, eles responderam um novo questionário composto por seis questões dentre as quais: “Ao adicionar o ácido no tubo 1, porque a solução que era amarelada passou a laranja? Que espécie foi formada?”. Tais questões foram planejadas gradualmente para que os alunos fossem refletindo e associando as suas observações do experimento ao conceito de reversibilidade.

Nesta atividade pretendia-se enfatizar os três aspectos do conhecimento químico: o macroscópico, pois os resultados são observados por meio da de coloração e formação de precipitado; o simbólico, uma vez que é preciso representar as observações por meio das equações químicas e fórmulas; e o microscópico, porque é preciso justificar os resultados experimentais observados por meio de algum modelo explicativo. Isso foi possível porque o experimento permitia que estas condições fossem sendo discutidas, fornecendo subsídios para construção do conhecimento.

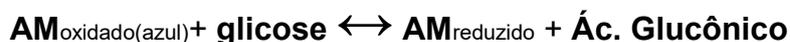
Todas as atividades foram realizadas em grupo, inclusive os questionários propostos. Os grupos foram numerados e identificados por siglas, como por exemplo, G1, que se refere ao grupo 1. Para analisarmos os resultados, utilizamos os questionários que foram aplicados no decorrer das atividades, os relatórios das atividades experimentais, assim como as anotações nos diários dos bolsistas. Todas as respostas dos questionários foram analisadas, e pelo fato de diferentes grupos apresentarem ideias semelhantes, neste trabalho, foram apresentadas e discutidas, as respostas que se mostraram mais concisas com os objetivos de cada atividade, uma vez que o espaço não permitiria que fossem tratadas todas as respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento da “Água Furiosa”, foi observada a reação entre soluções de hidróxido de sódio, glicose e o indicador azul de metileno (AM), que na forma inicial apresenta coloração azul. Ao misturar as três soluções, o produto da reação é incolor, e depois de agitar a mistura a solução que estava incolor, volta ser de coloração azul. A explicação para o experimento é que o indicador azul de metileno (AM), quando em contato com a glicose em meio básico, se reduz a leucometileno que é incolor, e, quando o sistema é agitado favorece-se a dissolução de gás oxigênio (O₂) que oxida e forma novamente o azul de metileno voltando a sua coloração original, conforme a equação química que representa as transformações:



Quando em repouso, o azul de metileno oxida a glicose, produzindo o ácido glucônico e o leucometileno que é incolor, como representado na equação abaixo:



Analisando as respostas das questões “Como vocês explicam o fato da solução ter sua coloração modificada com a agitação? Por que a solução volta a ficar incolor?”. É possível inferir que os alunos formularam hipóteses sobre o que poderia ter ocorrido, pois mesmo sem saber o que estava acontecendo microscopicamente, eles tentaram explicar as transformações observadas, conforme destacamos nos relatos a seguir:

(G5) - “Porque as moléculas entram em atrito, e quando para volta a ficar incolor, mas também pode ter relação com o contato entre a mistura e o oxigênio.”

(G14) - “A solução fica azul porque sai de equilíbrio quando agitada e volta a ficar incolor porque volta a ficar equilibrada.”

Ao se analisar tais respostas é importante ressaltar que os alunos apresentaram as suas concepções e tentativas de explicação sobre o que eles observaram no experimento, expressando suas ideias prévias como, por exemplo, na fala sobre os “atritos das moléculas”, ou então a participação do oxigênio como um “elemento mais leve”, que pode ser “absorvido” ou separado da solução, termos estes utilizados na tentativa de justificar as suas observações. Nesse momento, consideramos importante o fato dos alunos formularem modelos explicativos e apresentarem suas concepções, ainda que errôneas.

Os alunos do grupo G5 sugeriram que os aspectos macroscópicos estariam associados há uma possível relação entre as substâncias, demarcando explicações em níveis microscópicos, quando assumem que “[...] pode ter relação com o contato entre a mistura e o oxigênio”. Neste caso, os alunos ainda não apresentam a ideia do processo de reação de oxirredução que explica a mudança de coloração, porém conseguem identificar que oxigênio é um fator que interfere nesta mudança, e que existe a reversibilidade do processo, assim como na resposta de G7, quando indicam “Com a agitação o oxigênio se separa da solução por ser um elemento mais leve, ele volta a ser incolor devido a absorção de oxigênio”.

Em continuidade a atividade, foi solicitado no questionário que os alunos representassem o processo por meio de equações químicas, considerando os reagentes e produtos do experimento. Para isso, foram indicados no quadro os símbolos das substâncias. Esperava-se com esta questão que os alunos se preocupassem com o aspecto simbólico, mesmo que a princípio não tivessem conhecimento sobre a reação. Dessa forma, os grupos responderam a esta questão como nos exemplos abaixo:

(G5) - “ $\text{NaOH} + \text{glicose} \rightarrow \text{NaOH} + \text{O} + \text{glicose} + \text{Azul de metileno}$ ”

(G6) - “ $\text{NaOH} + \text{glicose} + \text{azul de metileno} \rightleftharpoons (\text{NaOH} + \text{glicose} + \text{azul de metileno}) \text{ azul}$ ”

(G14) “ $\text{NaOH} + \text{glicose} \rightarrow \text{substância em equilíbrio (parado)}$ ”

$\text{NaOH} + \text{glicose} \rightarrow \text{substância fora de equilíbrio (agitado)}$ ”

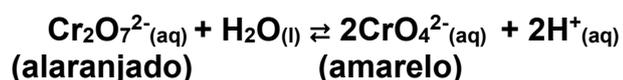
Considerando que as fórmulas devem ser mediadoras no processo de ensino e aprendizagem (WARTHA, et al, 2008), esperava-se com este questionamento que os grupos relacionassem o observado ao acontecido microscopicamente. Podemos

observar nas respostas dos grupos G5, G6 e G14, a tentativa de representar por meio dos símbolos reagentes e produtos, considerando o processo observado, como fica evidente na resposta do grupo G5, em que os alunos representam a interação do oxigênio na mistura, ou quando o grupo G6, ao demonstrar setas duplas, mostram a reversibilidade da reação. O mesmo foi feito pelo grupo G14, ao indicar o processo por meio de duas reações, “com” e “sem” agitação.

Para finalizar esta primeira etapa, na última questão, foram discutidos novamente os conceitos de irreversibilidade e reversibilidade, problematizando os fatos do dia a dia, como por exemplo, o cozimento de um alimento, queima da madeira ou a condensação da água, entre outros, isso foi possível, pois se preconizou aspectos cotidianos na atividade, uma vez que os alunos deveriam relacionar as transformações ocorridas a situações similares ao processo do experimento, e justificar suas respostas.

Como exemplo, podemos citar a resposta apresentada pelo grupo dos alunos de G12 que classificou o processo de compressão de uma mola, como similar, justificando que “*mesmo depois da compressão volta ao que era antes*”, assim como os alunos de G1 que associaram ao processo de condensação da água, “*quando a água passa do estado sólido para o líquido ela volta a ser água*”. Ao analisarmos as respostas dos grupos, podemos perceber em suas interpretações que a observação do experimento, aspecto macroscópico, possibilitou aos mesmos associar o experimento com os fatos que estavam listados na questão, e por meio de suas justificativas, pode-se identificar o início da compreensão do conceito de reversibilidade, tendo como exemplo a expressão “volta ao que era antes”.

Utilizando as soluções de cromato de potássio e dicromato de potássio, foi realizado outro experimento na segunda etapa, tendo como objetivo investigar as características das reações reversíveis, analisando o que pode ocorrer com reagentes e produtos em uma solução, após a reação ter aparentemente terminado, usando como base teórica o Princípio de Le Chatelier. Nessa reação o íon dicromato é convertido em íons cromato, dependendo do pH do meio reacional:



Por meio das respostas, como a do grupo G2, podemos inferir que os alunos conseguiram formular hipóteses condizentes com o princípio, respondendo de maneira assertiva sobre o deslocamento e formação de determinadas espécies, devido a mudança da coloração, quando questionados: “*ao adicionar o ácido no tubo 1, porque a solução que era amarelada passou a laranja? Que espécie foi formada?*” e também, “*ao adicionar a base no tubo 4, porque a solução que era alaranjada passou à amarela? Que espécie foi formada?*”

(G6) “*Quando você adiciona base (OH⁻) a um ácido (H⁺) ocorre reação de neutralização que nesta reação diminui a concentração H⁺, tendem a formar o cromato (amarelo)*”.

(G7) “*a mudança na coloração acontece porque os íons de CrO₄, quando em solução fica equilibrado. Quando isso ocorre o CrO₄ vira Cr₂O₇, a diminuição de pH favorece a formação do Cr₂O₇*”.

Na fala de G7, podemos dizer que a partir da mudança de coloração, que representa o aspecto macroscópico, os alunos conseguiram sugerir a diminuição do

pH como justificativa para a formação do íon *dicromato* ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). Para justificar este fato, utilizaram o aspecto simbólico, por meio das representações dos íons. Esta compreensão também se faz presente na resposta dos alunos do grupo G6, quando justificaram a formação do íon *cromato* que ficou amarelo (aspecto macroscópico) utilizando as representações dos íons de base (OH^-) e do ácido (H^+).

Na terceira questão desta etapa, tinha-se como objetivo que os alunos refletissem sobre a possibilidade de coexistência entre as diferentes espécies dentro dos tubos de ensaio no experimento. Para isso, foi pedido que adicionassem uma solução do sal cloreto de bário aos tubos, contendo as soluções de *cromato* e *dicromato* de potássio, já que o íon bário (Ba^{2+}), quando em contato com os íons *cromato*, formam um precipitado. Dessa forma foi pedido que explicassem “*por que mesmo na solução com os íons dicromato existe a formação de precipitado?*”.

(G3) - “*Pois há tanto a presença de cromato de bário e dicromato de bário e tendo excedido a capacidade de solubilidade da substância há formação de corpo de fundo.*”

(G5) - “*Apesar de o dicromato de bário ser solúvel, pela reação estar em equilíbrio há também formação de cromato de bário que resulta na formação de precipitado*”.

(G7) - “*Os dois formam um precipitado, pois em ambas soluções temos CrO_4 [...]*”

(G11) - “[...] *Isso acontece porque, mesmo na solução com maior quantidade de CrO , ainda assim há a presença de CrO_4^{2-}* ”.

Ao analisarmos as respostas do grupo de alunos G3, G5, G7 e G11, é possível identificar os três aspectos do conhecimento: macroscópico a observação do precipitado; o simbólico o uso de fórmulas que representam as espécies químicas para explicar o fenômeno que está acontecendo, como pode ser evidenciado em G7 e G11, deste modo fica mais claro para o aluno na compreensão do que ocorre microscopicamente, já que, é necessária a formulação de hipóteses e a chegada da conclusão, de que, na mistura há as duas espécies, por isso a formação do precipitado em ambas as soluções.

Em uma das questões, aplicada na última etapa, em que retomamos o experimento da “*água furiosa*”, perguntamos “*Considerando a reação (resumida) do experimento “água furiosa” e o que foi observado no experimento dos íons cromato\dicromato, o que se pode concluir sobre a ação do gás oxigênio (O_2) na mudança da coloração do azul de metileno?*”.

O objetivo da questão foi discutir relações entre os dois experimentos. Os aspectos macroscópicos foram observados por meio das mudanças na coloração, já o simbólico fica evidente quando os alunos tentam representar o que está sendo observado por meio das equações químicas, facilitando assim a compreensão do aspecto microscópico, visto que conseguem relacionar informações de natureza molecular, na mudança da coloração.

Nas respostas dos alunos G1 e G4 é possível identificar que as atividades desenvolvidas, abrangendo os três aspectos do conhecimento químico, influenciaram nas suas justificativas e elaboração das hipóteses sobre a presença do gás oxigênio (O_2) na mudança de coloração, aplicado na etapa inicial.

“(G1)O oxigênio (O_2) será o agente oxidante do azul de metileno, com a agitação o oxigênio estará em maior contato com a água, o que faz com que haja a mudança de coloração. E com o repouso, o contato com o oxigênio será menor, fazendo com que o azul de metileno seja reduzido, e voltando a cor inicial.”

“(G4) Na verdade o que acontece que a glicose reage com o azul de metileno formando o leucometileno; desse modo a água fica transparente, quando esta sem agitação. Ao ser agitado o oxigênio do ar dissolve na água reagindo com o leucometileno fazendo com que o azul volte a ser a cor predominante, com tudo quando a água para volta a ser parcialmente incolor devido a ação da glicose.”

Como podemos observar nas respostas dos grupos G1 e G4, os alunos utilizaram a mudança da coloração da mistura, ressaltando o aspecto macroscópico, para tentar justificar a reação que estava ocorrendo, e por meio das respostas como, *“o contato com o oxigênio será menor, fazendo com que o azul de metileno seja reduzido, e voltando a cor inicial”*, fez-se presente o aspecto microscópico, ao se referirem à redução do azul de metileno.

Entendemos que os alunos começam a utilizar conceitos químicos para explicar as transformações que estão ocorrendo, depois das atividades desenvolvidas com ênfase nos três aspectos do conhecimento químico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da complexidade do tema de equilíbrio químico, buscou-se desenvolver atividades que pudessem amenizar as dificuldades de ensino e aprendizagem discutidas no início deste trabalho.

Por isso, foram propostas atividades utilizando os três aspectos do conhecimento químico, quais sejam: o macroscópico, o simbólico e microscópico, que foram considerados nas atividades relacionadas aos conceitos de equilíbrio químico, indicando importante contribuição no processo de construção do conhecimento. Essa perspectiva permitiu identificar e modificar algumas concepções errôneas e também analogias que dificultam o ensino e a aprendizagem de conhecimentos químicos.

Dessa forma, as atividades práticas problematizadas e as discussões realizadas, se mostraram de igual forma, importantes para identificar as dificuldades, refletir sobre elas e sobre a prática docente.

É possível que a propostas apresentadas alcancem uma aprendizagem significativa, mas é importante que seja aplicada com mais tempo para as discussões e construção do conhecimento por parte dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, M. E. C. Secretaria de Educação média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**, 1999. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> >. Acesso em 01-03-2016

CANZIAN, R; MAXIMIANO, F. A. Análise da formulação do Princípio de Le Chatelier em livros Didáticos. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba-PR, Julho, 2008.

CAROBIN, C; SERRANO, A. Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. **Acta Scientice**. v.9, n.2, jul./dez. 2008.

DAMASCENO, H. C; BRITO, M. S WARTHA, E. J. As representações mentais e a simbologia química. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2008. Disponível em < <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0623-1.pdf> > Acesso em 12-02-2016

GIORDAN, M; GOIS, J. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**. n.7, Dezembro, 2007.

MACHADO, A. H. Equilíbrio Químico: Concepções e distorções no ensino e na aprendizagem. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 1992.

MACHADO, A.H; ARAGÃO, R.M.R. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**. n.4, Novembro, 1996.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. Química: Ensino Médio, 2ª Edição. São Paulo: Scipione, página 169, 2013.

RAVILOLO, A; GARRITZ, A. Analogia no Ensino do Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**. n.27, Fevereiro, 2008.

THENÓRIO, I. A água furiosa. Manual do mundo. Junho, 2013. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Ova3iLyIMcY>> . Acesso em 15 de Setembro de 2015.

WARTHA, E. J; REZENDE, D. B. Os Níveis de Representação no Ensino de Química e as Categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.