

CONCEPÇÕES DE ACADÊMICOS DE QUÍMICA LICENCIATURA SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E OS NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO DA MATÉRIA

Conceptions of Academics of Licentiate in Chemistry About Chemical Transformations and Representation Levels of Matter

Ângela Renata KRAISIG¹
Mara Elisa Fortes BRAIBANTE¹

Resumo

Neste artigo, serão apresentadas concepções de acadêmicos de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Santa Maria, sobre o tópico e o ensino de transformações químicas e os níveis de representação da matéria. Os acadêmicos investigados estavam matriculados na disciplina de Prática de Ensino de Química I, correspondente ao sétimo semestre do curso. A investigação ocorreu por meio da aplicação de um questionário investigativo a 10 acadêmicos. O questionário em questão faz parte de uma pesquisa de doutorado que vem sendo desenvolvida com os acadêmicos deste curso. Os resultados obtidos com o instrumento investigativo indicam que as concepções dos acadêmicos sobre o tópico de transformações químicas e o ensino deste assunto estão centradas principalmente em aspectos visuais, ou seja, em um enfoque macroscópico. Ainda, com relação aos resultados, quando os acadêmicos foram questionados sobre o termo “três níveis de representação da matéria”, nenhum deles conseguiu expressar o seu real significado.

Palavras-chave: Concepções, acadêmicos, transformações químicas, níveis de representação da matéria.

Abstract

In this article, we will present conceptions of academics of Licentiate in Chemistry from the University Federal of Santa Maria, about the topic and teaching of chemical transformations and levels of representation of matter. The investigated academics were enrolled in the discipline of Chemistry Teaching Practice I, corresponding to the seventh semester of the course. The investigation was carried out through the application of an investigative questionnaire to 10 academics. The questionnaire in question is part of a doctoral research that has been developed with the students of this course. The results obtained with the research instrument indicate that the academic conceptions about the topic of chemical transformations and the teaching of this subject are mainly focused on visual aspects, that is, on a macroscopic approach. Still, regarding the results, when the academics were asked about the term "three levels of representation of matter", none of them could express its real meaning.

Keywords: Conceptions, academics, chemical transformations, levels of matter representation.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Campus UFSM, Camobi, Departamento de Química (Prédio 18), sala 2119, Santa Maria – RS, CEP 97105-900.

INTRODUÇÃO

O estudo das transformações químicas é considerado como parte fundamental do saber científico no campo da ciência, não só por ser o eixo principal no desenvolvimento dos conteúdos de Química, mas também por ser necessário aos cidadãos para uma melhor compreensão do mundo físico que os rodeia (BRASIL, 2002).

Um nível de compreensão adequado das transformações químicas é saber relacionar os fenômenos (observáveis ou não) a modelos explicativos compreensíveis e coerentes, vinculado à linguagem própria da ciência química permitindo o entendimento de grande parte dos processos que ocorrem ao nosso redor (SILVA, SOUZA e MARCONDES, 2008).

De acordo com Silva, Souza e Marcondes (2008) a aprendizagem sobre transformação química é complexa, sendo este um fator que colabora para a manutenção de ideias prévias destoantes dos conhecimentos cientificamente aceitos e que favorece o surgimento de concepções alternativas. Assim, entende-se que os professores de Química ao ensinar este tópico em sala de aula, precisam ter bem claro e esclarecido o assunto, permitindo a compreensão adequada pelos estudantes.

García (1999) ao se referir ao conhecimento do conteúdo, salienta que os professores precisam saber a matéria que ensinam. Buchmann (1984 apud GARCÍA, 1999, p. 87) complementa que “conhecer algo nos permite ensiná-lo e conhecer um conteúdo em profundidade significa estar mentalmente organizado e bem preparado para ensiná-lo de um modo geral”. Nesse sentido, acredita-se que é necessário que o professor de Química conheça bem os conteúdos que vai ensinar. No caso das transformações químicas, é necessário que o professor tenha um bom domínio do assunto para ensinar os estudantes, visto que este assunto é central e fundamental na Química.

O objetivo deste artigo é apresentar e discutir as concepções de futuros professores de química sobre o tópico de transformações químicas, bem como a forma que eles ministrariam uma aula sobre transformações químicas, para estudantes que não tiveram contato com o assunto. Ainda, serão expostas as ideias dos acadêmicos referentes aos três níveis de representação da matéria (macroscópico, submicroscópico e representacional).

De acordo com Matos et al., (2013), as concepções podem informar a maneira como as pessoas percebem, avaliam e agem com relação a um determinado assunto. Pozo (1998) destaca que as concepções são caracterizadas como construções pessoais, que são elaboradas de forma espontânea com a interação dos sujeitos com o meio em que vivem e com as outras pessoas. O autor ainda salienta que a utilização de instrumentos, como por exemplo, questionários, auxiliam na detecção das concepções.

Cabe ressaltar que, a investigação realizada é um recorte de uma pesquisa de doutorado em andamento que está sendo desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. O público alvo desta pesquisa, são acadêmicos do curso de Química Licenciatura, matriculados nas disciplinas de Práticas de Ensino de Química I e II, correspondentes aos estágios em Química. Nestas disciplinas, além de abordar aspectos relativos as transformações químicas e os níveis de representação da matéria, também foram observadas aulas sobre o assunto ministradas pelos acadêmicos durante a realização do estágio na Educação Básica (Ensino Médio).

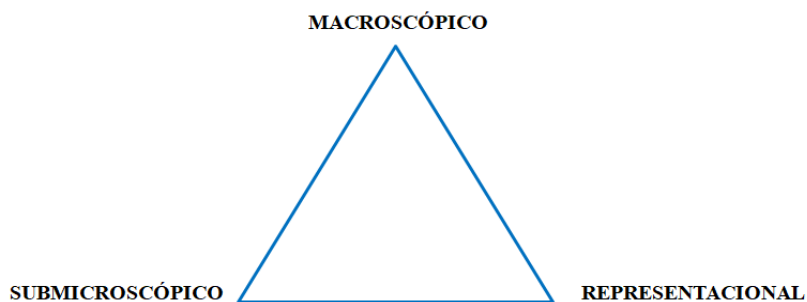
ENSINO DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E OS TRÊS NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO DA MATÉRIA

Rosa e Schnetzler (1998) destacam que para que o sujeito conheça a Química, entender o conceito de transformação química se torna uma necessidade central. Desta forma, acredita-se que o

ensino do tópico de transformação química deve ocorrer com base nos três níveis de representação da matéria propostos por Johnstone (2000), sendo eles: **nível macroscópico**, **nível submicroscópico** e **o nível representacional**.

Os três níveis de representação da matéria propostos por Johnstone (2000, p.11, tradução nossa) são: “**nível macroscópico**, que pode ser visto, tocado e cheirado; **nível submicroscópico**, de átomos, moléculas, íons e estruturas e o **nível representacional**, de símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulações matemáticas e gráficos”. O autor representa estes três níveis de representação da matéria, a partir da figura de um triângulo (Figura 1).

Figura 1- Três níveis de representação da matéria.



Fonte: Adaptado de JOHNSTONE, 2006.

Conforme os pesquisadores Wu e Shah (2004) a visualização (nível macroscópico) desempenha um papel fundamental na Química, tanto é, que na maioria das vezes, é o primeiro aspecto a ser explorado no ensino de química. Estes pesquisadores mencionaram também que, para investigar os fenômenos por meio de aspectos submicroscópicos, os químicos desenvolveram representações, tais como modelos, estruturas químicas, fórmulas, equações e símbolos. A tríade proposta por Johnstone (2006), utilizada neste estudo corrobora com as ideias mencionadas pelos pesquisadores.

Para Pereira (2013), o modelo proposto por Johnstone (2006) consegue demonstrar a relação que existe entre os três níveis de representação da matéria. A autora ainda destaca que para ensinar transformações químicas de forma a promover a construção desse conhecimento, o professor deve ser capaz de expressar, claramente, esses conceitos nos três níveis.

Ao considerar os três níveis de representação da matéria, as transformações químicas podem ser definidas, em um **nível macroscópico**, como “processos nos quais uma ou mais substâncias se convertem em outras substâncias” (ATKINS e JONES, 2012, p. F60), sendo que na maioria das vezes, podem ser identificadas, por evidências físicas, como: mudanças de cor, desprendimento de gás, produção ou absorção de energia (calor, luz etc.). Russell (1994) menciona um exemplo da ocorrência de uma transformação química, que é a exposição de um prego de ferro ao ar livre e a chuva. O autor salienta que se a exposição for longa, surge uma nova substância, sendo ela denominada óxido de ferro (III), popularmente conhecida como ferrugem. Este exemplo elucida um acontecimento que se faz muito presente no nosso cotidiano, sendo ele perceptível devido à formação da ferrugem (precipitado laranja avermelhado).

Conforme Pereira (2013, p.34), em termos **submicroscópicos**, define-se transformações químicas como “processos de modificação da estrutura da matéria, que ocorrem a partir de choques entre as partículas que, se efetivos, promovem a quebra de ligações, o rearranjo de átomos e a

formação de novas ligações, com conservação dos átomos participantes”. Atkins e Jones (2012) descrevem que uma reação química só pode ocorrer se os reagentes colidem entre si. O encontro de duas moléculas em um gás é uma colisão, e o modelo que explica isso é chamado de teoria das colisões. Nesse modelo, supomos que as moléculas se comportam como bolas de bilhar defeituosas: quando elas colidem em velocidades baixas, elas ricocheteiam, mas podem se despedaçar quando o impacto tem energia muito alta, ou seja, se duas moléculas colidem com energia cinética menor que a necessária para a quebra da ligação, elas simplesmente ricocheteiam e, se elas se encontram com energia cinética maior que a necessária, ligações químicas podem se romper e novas ligações podem se formar.

Em relação ao nível **representacional**, de acordo com Pereira (2013) as transformações químicas podem ser estabelecidas como processos que podem ser representados por equações químicas, com a utilização de fórmulas e símbolos que representam as substâncias iniciais, as substâncias produzidas e também a partir do balanceamento, a conservação das massas, que se verifica nas transformações dos materiais. De maneira geral, Atkins e Jones (2012) salientam que uma equação química expressa uma reação química em termos de fórmulas químicas, sendo que coeficientes estequiométricos são escolhidos de modo a demonstrar que os átomos não são criados nem destruídos na reação.

Os livros que foram selecionados para analisar a abordagem das transformações químicas nos três níveis de representação da matéria, são os mais utilizados no curso de Química Licenciatura pelos acadêmicos. Porém é importante destacar que, a definição de transformação química encontrada no livro de Russel (1994), enfatiza apenas aspectos macroscópicos e a encontrada no livro de Atkins e Jones (2012) transita nos diferentes níveis de representação da matéria.

METODOLOGIA

A investigação em questão foi realizada com 10 acadêmicos do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no primeiro semestre do ano de 2018. Os acadêmicos investigados estavam matriculados na disciplina de Prática de Ensino de Química I, correspondente ao 7º semestre do curso.

Foi solicitado aos 10 acadêmicos que respondessem a um questionário investigativo sobre o tópico de transformações químicas. O questionário em questão era composto por perguntas descritivas e objetivas. Neste artigo, optou-se por analisar quatro perguntas descritivas, que estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1- Perguntas do questionário que foram analisadas.

Perguntas
(P1) Defina o que é no seu ponto de vista uma transformação química.
(P2) Como você detecta que ocorreu uma transformação química?
(P3) Agora vou lhe fazer uma pergunta pessoal, como você ensina ou ensinaria uma turma que está estudando pela primeira vez o tópico de transformações químicas? Explique passo a passo de maneira breve.
(P4) Você conhece ou já estudou os três níveis de representação da matéria? Em caso afirmativo, diga quais são eles e explique.

A seguir, serão apresentadas as formas de análise das perguntas que integram o questionário

investigativo, bem como serão expostas e discutidas as respostas dos acadêmicos. É importante salientar, que os 10 acadêmicos investigados não serão identificados pelo nome, para isso, optou-se por utilizar siglas (A1 a A10) para representar as concepções dos acadêmicos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As duas primeiras perguntas do questionário, que se referem às concepções dos acadêmicos sobre o tópico de transformações químicas foram analisadas com base nos quatro modelos teóricos propostos por Solsona e Izquierdo (2003), que são: **interativo**, **cozinha**, **mecânico** e **incoerente**. O Quadro 2 apresenta de forma breve algumas características dos modelos teóricos supracitados. As características descritas foram adaptadas pelos autores deste artigo com base nas características elencadas por Solsona e Izquierdo (2003).

Quadro 2 – Características dos modelos teóricos: interativo, cozinha, mecânico e incoerente.

Características dos modelos teóricos	
Interativo: Declarações adequadas sobre o conceito de transformação química.	Declarações coerentes e equilibradas entre os níveis macroscópico e submicroscópico.
Cozinha: Declarações parciais sobre o conceito de transformação química.	Declarações principalmente construídas com enfoques macroscópicos (mudança de substância, mudança de composição, mudança de propriedades do material, mudanças físicas: cor, liberação de gás etc).
Mecânico: Declarações parciais sobre o conceito de transformação química.	Declarações fundamentadas em torno da explicação submicroscópica de transformação química (rearranjo de átomos, quebra e formação de ligações químicas entre átomos).
Incoerente: Declarações inadequadas sobre o conceito de transformação química.	Declarações incorretas do ponto de vista Químico, mas que mostram uma forma de pensamento sobre o conceito.

Com relação ao Quadro 2, pode-se afirmar que o **modelo teórico interativo** é considerado adequado sobre o conceito de transformação química, visto que apresenta coerência e sua definição envolve tanto aspectos visuais (macroscópico) quanto aspectos abstratos (submicroscópico).

Já os modelos teóricos **cozinha** e **mecânico**, são considerados parciais, pois o modelo cozinha apresenta um enfoque apenas macroscópico e o mecânico apenas um enfoque submicroscópico.

O modelo teórico **incoerente** é considerado inadequado sobre o conceito de transformação química, ou seja, refere-se às definições incorretas atribuídas a este conceito.

Com base nos modelos teóricos descritos e em suas características, serão apresentadas e classificadas no Quadro 3 as respostas dos acadêmicos para as duas primeiras perguntas do questionário investigativo (Quadro1).

Quadro 3 - Respostas dos acadêmicos e classificação com base nos modelos teóricos.

Respostas (P1)	Classificação
A1: “Produto de uma reação em que reagentes são convertidos em produtos. Ocorrem, em geral, gerando indícios detectáveis (cor, calor, precipitado...)”.	Modelo teórico cozinha.
A2: “Transformação química é quando substâncias se combinam para formar uma ou mais substâncias diferentes das iniciais”.	Modelo teórico cozinha.
A3: “É a transformação de um dado material em outras novas substâncias”.	Modelo teórico cozinha.
A4: “Mudança na estrutura das substâncias e conseqüentemente mudança na composição química do sistema. Em uma transformação química haverá o rompimento de ligações químicas (reagentes) e também a formação de novas ligações químicas (produtos)”.	Modelo teórico interativo.
A5: “As transformações químicas são transformações que alteram a estrutura da matéria, formando novas substâncias”.	Modelo teórico cozinha.
A6: “É quando uma substância altera-se de forma a mudar suas propriedades, não sendo mais o que era anteriormente”.	Modelo teórico cozinha.
A7: “É uma mudança química na estrutura da matéria”.	Modelo teórico cozinha.
A8: “É a mudança da composição química da matéria, através de reações químicas”.	Modelo teórico cozinha.
A9: “Quando dois reagentes interagem quimicamente formando uma nova substância com outras características físicas, químicas e físico-químicas”.	Modelo teórico cozinha e incoerente.
A10: “Uma transformação química consiste na conversão de um substrato em um produto”.	Modelo teórico cozinha.
Respostas (P2)	Classificação
A1: “Cor, calor, luz, desprendimento de gás, formação de precipitado”.	Modelo teórico cozinha.
A2: “Pela mudança de cor, aroma, temperatura”.	Modelo teórico cozinha.
A3: “Faria a comparação do estado inicial com a final, se a modificação do material”.	Modelo teórico cozinha.
A4: “Por métodos experimentais (pH, densidade, composição – presença/ausência de certos compostos) e por visualização de cor, mudança de estado físico, temperatura, cheiro”.	Modelo teórico cozinha e incoerente.
A5: “Pode-se confirmar através da origem de novas substâncias, comparando as características dos produtos com as dos reagentes”.	Modelo teórico cozinha.
A6: “Quando a substância transformada não pode mais voltar a ser o que era antes (irreversível)”.	Modelo teórico incoerente.
A7: “Através de mudanças de cor, aroma, sabor, liberação de gases, etc”.	Modelo teórico cozinha.
A8: “Mudança de coloração, liberação de gases, liberação de calor. A transformação química é irreversível”.	Modelo teórico cozinha e incoerente.
A9: “Depende da reação pode aquecer, esfriar, formar precipitado, mudar a cor”.	Modelo teórico cozinha.

A10: “É possível perceber através de uma mudança de cor, liberação de gás etc”.	Modelo teórico cozinha.
---	-------------------------

Legenda: (P1) - Pergunta de número 1; (P2) - Pergunta de número 2.

De acordo com o Quadro 3, pode-se constatar que a maioria das respostas dos acadêmicos para a pergunta (P1) “Defina o que é no seu ponto de vista uma transformação química”, são semelhantes. Com base nos modelos teóricos utilizados para a classificação das respostas dos acadêmicos, constatou-se que predominou o modelo cozinha, sendo que 90% dos acadêmicos, ou seja, 9 deles, apresentaram concepções sobre transformações químicas pautadas apenas no nível macroscópico. Por exemplo, o acadêmico A6 salienta que transformação química: “É quando uma **substância altera-se de forma a mudar suas propriedades, não sendo mais o que era anteriormente**”. Esse tipo de concepção sobre transformação química é considerada aceitável. Uma concepção deste tipo, não é a mais adequada, mas é considerada uma concepção parcial sobre o assunto.

O acadêmico (A9) foi classificado em dois modelos teóricos (cozinha e incoerente). A concepção de transformação química deste acadêmico é a de que: “Quando **dois** reagentes interagem quimicamente formando uma **nova substância com outras características físicas, químicas e físico-químicas**”. A concepção deste acadêmico é aceitável (cozinha) por enfatizar a formação de novas substâncias nas transformações químicas. Entretanto, percebe-se a presença da ideia de que para haver uma transformação química é necessário pelo menos duas substâncias, sendo esta concepção inadequada (incoerente), pois apenas uma substância também pode se transformar quimicamente.

Silva, Souza e Marcondes (2008) utilizaram os modelos teóricos para verificar as concepções de um grupo de estudantes do Ensino Médio sobre transformações químicas. De acordo com estes autores, foi possível verificar em algumas visões dos estudantes mais de um modelo teórico presente, pois ao mesmo tempo em que havia declarações que se classificavam em um modelo aceitável, por exemplo, o cozinha, havia também declarações consideradas inadequadas, classificadas como concepções alternativas, correspondendo ao modelo incoerente.

Ainda com relação à pergunta (P1), apenas um acadêmico, (A4), apresentou uma concepção de transformação química que se enquadra no modelo **interativo**, sendo este pautado em aspectos macroscópicos e submicroscópicos. Para este acadêmico uma transformação química pode ser definida como: “**Mudança na estrutura das substâncias e conseqüentemente mudança na composição química do sistema. Em uma transformação química haverá o rompimento de ligações químicas (reagentes) e também a formação de novas ligações químicas (produtos)**”. A concepção apresentada por este acadêmico é a mais adequada, por apresentar características que envolvem os domínios macroscópico e submicroscópico.

Analisando as respostas obtidas na pergunta (P1), esperava-se uma concepção mais completa sobre transformações químicas por parte dos acadêmicos, já que eles estão próximos de concluírem o curso de Química Licenciatura, para posteriormente atuarem como professores. Porém, sabe-se que o tópico de transformações químicas muitas vezes não é estudado/aprofundado no Ensino Superior. Desta forma, acredita-se que as concepções apresentadas pelos acadêmicos estão baseadas nas concepções que foram apresentadas por seus professores no Ensino Médio.

No que se refere à pergunta (P2) “Como você detecta que ocorreu uma transformação química?”, constatou-se que a maioria dos acadêmicos, ou seja, 70% dos que foram investigados manifestaram em suas respostas evidências físicas, um exemplo é a resposta apresentada pelo acadêmico A7, que detecta a ocorrência de transformação química: “Através de mudanças de cor, aroma, sabor, liberação de gases, etc”. Já dois acadêmicos (A3 e A5) mencionaram que detectam a ocorrência de transformação química comparando o estado inicial com o final, a resposta atribuída

pelo acadêmico A3 foi à seguinte: “Faria a comparação do estado inicial com a final, se á modificação do material”.

Com base nas respostas apresentadas pelos acadêmicos a pergunta (P2), é importante salientar que a ausência de evidências físicas, como as mencionadas por eles não garante que não tenha ocorrido uma transformação química, mas sugere a necessidade de procurar "sinais indiretos" que possam conduzir a uma resposta mais confiável (BOSQUILHA et al., 2012). De maneira geral, pode-se dizer que nem sempre será possível/perceptível verificar evidências físicas em uma transformação química.

As respostas dos nove acadêmicos investigados (Quadro 3) foram classificadas no modelo teórico cozinha, sendo que dois deles (A4 e A8) foram classificados em dois modelos teóricos (cozinha e incoerente). O acadêmico A4 menciona em sua resposta que detecta a ocorrência de transformação química: **“Por métodos experimentais (pH, densidade, composição – presença/ ausência de certos compostos) e por visualização de cor, mudança de estado físico, temperatura, cheiro”**. A resposta deste acadêmico em parte é interessante e adequada, pois além de evidências físicas, ele menciona métodos que podem ser utilizados para verificar a ocorrência ou não de uma transformação química, ele menciona, por exemplo, a densidade a composição etc. A classificação da resposta deste acadêmico no modelo incoerente é devido à menção de mudança de estado físico, sendo que não é uma evidência de transformação química e sim física. Já o acadêmico A8 salienta que detecta uma transformação química pela: **“Mudança de coloração, liberação de gases, liberação de calor. A transformação química é irreversível”**. Este acadêmico manifesta evidências físicas, que podem ser em geral detectáveis em uma transformação química, mas, além disso, salienta que transformação química é irreversível, e com relação a essa declaração é importante salientar que a irreversibilidade é compreendida como sendo um critério não científico (LOPES, 1995).

O acadêmico A6 foi o único classificado somente no modelo teórico incoerente, pois sua declaração sobre a detecção de transformação química foi: **“Quando a substância transformada não pode mais voltar a ser o que era antes (irreversível)”**. A resposta deste acadêmico é centrada apenas na irreversibilidade de uma transformação química, sendo válido destacar que nem todas as transformações químicas são irreversíveis. De acordo com Lopes (1995), alguns livros didáticos distinguem os fenômenos em reversíveis (físicos) e irreversíveis (químicos), sendo assim, os professores que utilizam esses livros no ensino, acabam ensinando seus alunos desta forma, que não é adequada.

As perguntas (P3) e (P4) do questionário investigativo (Quadro 1), referem-se respectivamente ao ensino das transformações químicas e ao conhecimento do termo “três níveis de representação da matéria”. A seguir, serão apresentadas as respostas dos acadêmicos para essas perguntas, sendo que elas foram analisadas com base em referenciais teóricos.

Os acadêmicos ao serem indagados da seguinte forma: “Agora vou lhe fazer uma pergunta pessoal, como você ensina ou ensinaria uma turma que está estudando pela primeira vez o tópico de transformações químicas? Explique passo a passo de maneira breve”. Constatou-se nas respostas dos acadêmicos, que todos eles abordam/abordariam o tópico de transformações químicas por meio de aspectos visuais, sendo que muitos deles destacaram a utilização de atividades experimentais para uma melhor compreensão dos estudantes. O Quadro 4, apresenta algumas respostas manifestadas pelos acadêmicos.

Quadro 4: Respostas dos acadêmicos para a pergunta (P3).

Respostas (P3)
A1: “Iniciaria por experimentos simples , mais facilmente observáveis (cor, efervescência, precipitação), esperando cativar a atenção. Em segundo momento, buscaria tratar de conceitos que

diferenciem transformações químicas de físicas. Por fim, retornaria ao ponto inicial, para rever os fenômenos a luz do aprendizado, explicando detalhadamente cada indicio de reação química”.

A6: “1) Diferença entre transformações físicas e químicas (discutiria e questionaria os alunos, **trazendo exemplos**). 2) **Experimentação**: para que pudéssemos detectar o que ocorre de fato. Ex: ver o gelo derreter, queimar uma folha de papel. 3) Listaríamos e classificaríamos o observado. Logo depois poderíamos avançar para um tópico mais aprofundado”.

A7: “Primeiramente eu abordaria o conceito de transformação química, então daria **exemplos e faria experimentos simples**. Após, seguiria abordando os processos que podem estar envolvidos”.

A8: “Passando a base conceitual sobre transformações químicas e físicas, com as suas diferenças e particularidades. Se for necessário poderia ser utilizado **recursos multimídia (fotos ou vídeos) e demonstração experimental com exemplos simples** de serem realizados em sala de aula”.

Como é possível verificar no Quadro 4, as respostas apresentadas pelos acadêmicos têm em comum a realização de atividades experimentais. O acadêmico A6 mencionou exemplos de experimentos como: “ver o gelo derreter, queimar uma folha de papel”, sendo o primeiro exemplo classificado como uma transformação física e o segundo como uma transformação química. De maneira geral, percebe-se nas respostas apresentadas pelos acadêmicos que a forma que eles ensinam/ensinariam o tópico de transformações químicas ficou restringido apenas ao nível macroscópico, ou seja, os acadêmicos enfatizaram apenas aspectos visuais das transformações químicas e não descreveram outros aspectos importantes, como, por exemplo, o que ocorre com as ligações químicas durante as transformações, a representação das transformações químicas por meio de equações químicas, etc.

De acordo com Johnstone (2000), o ensino do tópico de transformação química deve ocorrer com base nos três níveis de representação da matéria, sendo eles: **nível macroscópico, nível submicroscópico e o nível representacional**. Pereira (2013) ainda salienta que ao abordar o tópico de transformações químicas o professor deve **primeiramente partir de aspectos visuais**, ou seja, do ponto de vista macroscópico, e posteriormente agregar aspectos submicroscópicos e representacionais, que no caso são aspectos mais abstratos que envolvem este assunto.

As respostas apresentadas pelos acadêmicos a pergunta (P3), no nosso ponto de vista não estão inadequadas, pois as ideias para a abordagem do tópico, poderiam estar relacionadas a uma aula introdutória sobre as transformações químicas, sendo de grande valia partir de aspectos macroscópicos. Porém, é importante destacar que se as abordagens ficassem limitadas ao que foi descrito, o ensino seria incompleto, bem como a aprendizagem do estudante. Portanto, para que o ensino-aprendizagem de transformação química seja completo, ele deve ser pautado nos três níveis de representação propostos por Johnstone (2000).

Já quando os acadêmicos foram questionados da seguinte forma: “Você conhece ou já estudou os três níveis de representação da matéria? Em caso afirmativo, diga quais são eles e explique”. Algumas respostas apresentadas pelos acadêmicos foram: “**A1- Não! Nunca ouvi acerca disso**”. “**A2: É de agregação da matéria**”. “**A5: Desconheço o assunto**”. “**A10: Não faço à menor ideia do que se trata**”.

Com base nas respostas dos acadêmicos, fica evidente que eles não sabiam do que se tratava o termo, ou, como no caso do acadêmico A2 acreditava que o termo se referia aos estados de agregação da matéria, que também são três, sendo eles: sólido, líquido e gasoso. O desconhecimento do termo por todos os acadêmicos nos impressionou muito, ainda mais que eles estão em fase de conclusão de curso, esperava-se que os acadêmicos tivessem alguma ideia sobre o termo, que é muito utilizado em livros de Química do Ensino Médio e Superior.

Como essa investigação faz parte de uma pesquisa de doutorado, após a aplicação do questionário investigativo foram trabalhados com os acadêmicos aspectos relacionados às

transformações químicas e os três níveis de representação da matéria. Durante a abordagem do assunto, ocorreram discussões que possibilitaram perceber o interesse dos acadêmicos principalmente em compreender os três níveis de representação da matéria (macroscópico, submicroscópico e representacional), já que essas classificações eram novas para eles. Os diversos instrumentos de coleta de dados aplicados durante a pesquisa, tais como: questionários, mapas conceituais e atividades descritivas permitiram detectar as relações estabelecidas pelos acadêmicos do tópico de transformações químicas com os três níveis de representação da matéria. Muitos acadêmicos salientaram que o ensino das transformações químicas faz mais sentido se for trabalhado com base nos três níveis de representação da matéria. Ainda, mencionaram que muitas vezes em suas aulas abordavam conteúdos químicos nos três níveis de representação da matéria, mesmo sem saber que existiam as denominações estudadas (macroscópico, submicroscópico e representacional).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa, foi possível detectar as concepções apresentadas por futuros professores de Química em relação ao tópico de transformação química, o ensino deste assunto, bem como ao entendimento do termo “três níveis de representação da matéria”. A seguir, elencamos algumas considerações que emergiram dos resultados obtidos neste manuscrito:

- Com relação ao tópico de transformações químicas, a maioria dos acadêmicos apresentou ideias centradas em **aspectos macroscópicos**, tanto é que de acordo com os modelos teóricos utilizados, o que mais predominou foi o modelo **cozinha**. Ainda, é importante salientar que algumas ideias dos acadêmicos sobre o assunto foram classificadas no modelo teórico **incoerente**, ou seja, que apresentava concepções inadequadas sobre as transformações químicas.

- No que se refere ao ensino das transformações químicas, detectou-se com base nas respostas apresentadas, que os acadêmicos propuseram em suas abordagens **atividades experimentais** centradas principalmente em aspectos visuais das transformações químicas.

- Nenhum acadêmico investigado expressou o significado do termo “três níveis de representação da matéria”. De acordo com as ideias apresentadas, eles desconheciam o termo.

Por intermédio dos resultados desta pesquisa, fica evidente que os acadêmicos de Química, apresentam uma visão das transformações químicas e do ensino centrada principalmente no enfoque macroscópico. Com base nisto, acredita-se que seja de suma importância a realização de abordagens na formação inicial de professores sobre o tópico de transformações químicas, visto que este é um assunto central da Química e que para um melhor entendimento deve estar baseado nos três níveis de representação da matéria (macroscópico, submicroscópico e representacional). A continuação desta pesquisa de doutorado tem como finalidade desenvolver módulos de ensino relacionados às transformações químicas com os acadêmicos investigados, de forma a auxiliá-los em uma melhor compreensão do assunto pautado nos três níveis de representação da matéria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BOSQUILHA, E. G.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. de M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPIRIDÃO, Y, M. **Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas**. 2ª ed. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino**

Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

GARCÍA, C. M. **Formação de professores - para uma mudança educativa.** Portugal: Porto Editora, 1999.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry – Logical or psychological? **Revista Chemistry Education.** v.1, n.1, p.9-15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. Chemical Education Research in Glasgow in perspective. **Revista Chemistry Educación Research and Practice.** v. 9, n.2, p. 49-63, 2006.

MATOS, D. A. S.; CIRINO, S. D.; BROWN, G. T. L.; LEITE, W. L. Avaliação no Ensino Superior: Concepções Múltiplas de Estudantes Brasileiros. *Revista Est. Aval. Educ.* São Paulo, v. 24, n. 54, p 172-193, jan-abr, 2013.

PEREIRA, T. I. A. **Transformações químicas: Visões e práticas de professores de Ciências.** Dissertação (Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. Os conteúdos na reforma. Porto Alegre: Artes médicas, 1998.

ROSA, M. I. F. P.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Revista Química Nova na Escola.** n.8,1998.

RUSSEL, J. B. **Química geral.** vol. 1, 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. “Transformações químicas” e “Transformações naturais”: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. **Revista Educación Química.** vol. 19, nº 2, 2008.

SOLSONA, N.; IZQUIERDO, M. Exploring the development of students’ conceptual profiles of chemical change. **International Journal of Science Education.** vol. 25, nº 1, 2003.

WU, H. K.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Revista Science Education.** vol. 88, nº 24, p. 465- 492, 2004.