

A compreensão de conceitos e modelos de ligações químicas no curso de licenciatura em química – IFG - Campus Uruaçu

Alécia Maria Gonçalves^{1*}, Camilla Carla dos Santos Silva², Fabiana Gomes¹

¹Professora do Instituto Federal de Goiás, Área da Química, Uruaçu, Goiás, Brasil. ²Discente do Instituto Federal de Goiás, Curso de Licenciatura em Química, Uruaçu, Goiás, Brasil

*alecia.goncalves@ifg.edu.br

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 22/09/2021

Publicado em: 08/10/2021

RESUMO

A compreensão das Ligações Químicas é essencial em qualquer modalidade do ensino de química. Desta forma, este trabalho teve o objetivo investigar as concepções e as representações de ligações químicas que os licenciandos do curso de Licenciatura em Química do IFG – Uruaçu possuem. Para isso foi utilizado o método da análise textual discursiva. A pesquisa mostrou que os licenciandos tendem a apresentar respostas inseguras e muitas vezes equivocadas, talvez pela formação frágil que obtiveram no ensino médio e que não foram superados ao longo do curso superior. O estudo desse tema considerou que as concepções de ligação química, assim como as suas representações são complexas dentro do aprendizado em química, surgindo a necessidade de revisão na formação docente e uma maior atitude autônoma do licenciando em tentar compreender os conceitos da forma mais científica possível.

Palavras-chave: Ligações químicas. Modelos. Conceitos.

The understanding of concepts and chemical bonds models in the chemistry degree course – IFG - Campus Uruaçu

ABSTRACT

An understanding of Chemical Bonds is essential in any modality of teaching chemistry. Thus, this work had the objective to investigate the conceptions and representations of chemical bonds that the undergraduates of the Licentiate Degree in Chemistry at IFG – Uruaçu have. For this, the discursive textual analysis method was used. The research showed that undergraduates tend to present insecure and often mistaken answers, perhaps because of the fragile education they obtained in high school and that they were not overcome during higher education. The study of this theme considered that the conceptions of chemical bonding, as well as their representations, are complex within learning in chemistry, resulting in the need for review in teacher training and a greater autonomous attitude of the undergraduate in trying to understand the concepts in the most scientific way possible.

Keywords: Chemical bonds. Models. Concepts.

INTRODUÇÃO

A química tem como objeto de estudo a matéria e suas transformações. Toda a matéria existente é formada por substâncias, as quais se utilizam da ligação química como meio para alcançar estabilidade (diminuição de energia). Segundo Atkins (2006) a

ligação química entre dois átomos acontece quando o arranjo resultante de dois núcleos e seus elétrons possuem energia menor do que a energia total dos mesmos átomos separados. O conceito de ligação química é fundamental no estudo da química, uma vez que, partindo das combinações entre átomos, a ocorrência de reações se torna possível, assim como as suas aplicações.

Em resumo, há três principais tipos de interação entre os átomos, a interação covalente, a interação iônica e a interação metálica. O que as diferenciam é a intensidade de carga nuclear efetiva. Ao aproximar átomos com semelhantes valores de carga nuclear efetiva, os elétrons serão atraídos simultaneamente por ambos, originando a ligação covalente. Já quando se tem átomos com grandes diferenças de afinidade eletrônica, em um dado momento o núcleo mais eletronegativo atrairá mais fortemente os elétrons de forma que o mesmo se comporte como um ânion e outro como um cátion, se unindo pela atração eletrostática, originando assim a ligação iônica. E na aproximação de dois átomos com baixa carga nuclear efetiva, os elétrons são fracamente atraídos por seu núcleo, e na aproximação dos núcleos, esses elétrons passam a sentir a atração dos núcleos simultaneamente, pensando num grande número de átomos, os elétrons são atraídos por diversos núcleos de forma que movimentam livremente, sem de fato pertencer a nenhum átomo especificamente, formando assim as ligações metálicas (SANTOS FILHO, 1999).

O estudo das ligações químicas é essencial no ensino de química, pois é a partir dessa compreensão que poderemos identificar as propriedades dos materiais, as aplicabilidades, as reações químicas que podem ocorrer e suas aplicações. No entanto, o conhecimento químico se dá através de linguagens simbólicas e modelos, os quais nos permitem desenvolver habilidades de evidenciar leis e teorias que expliquem a ocorrência dos mais diversos fenômenos do mundo natural. Nisto, o uso de representações e simbologias têm grande importância na compreensão de conceitos químicos. Essa necessidade deriva do caráter explicativo e abstrato da ciência que, por isso, está intrinsecamente vinculada a uma instância representativa (FERREIRA, 2007).

Alguns autores, Johnstone (1982) apud Wartha e Rezende (2009), apresentam os níveis de representação do conhecimento químico, como sendo os seguintes: nível sensorial/perceptivo, nível molecular/exploratório e nível representacional. Estes, por sua vez, foram compreendidos como níveis: macroscópico, microscópico e simbólico, respectivamente. Em 2000, Johnstone postulou novas denominações as delimitações

que o conhecimento químico permeia. Para ele, o concreto e o mensurável serão abordados pelo nível macroscópico, já o molecular e o atômico, pelo nível submicroscópico e o nível representacional, por sua vez, compreenderia a elaboração de símbolos, equações, fórmulas etc.

Johnstone (2000) lembra ainda que, grande parte das dificuldades de aprendizagem apresentadas em química se deve ao uso limitado destes vértices do triângulo. Essa carência na articulação entre níveis torna isoladas as formas de compreender a constituição e as transformações dos objetos de análise da química, o que certamente ocasiona empecilhos à compreensão de determinado conceito (MORTIMER et al., 2000).

Uma vez afirmando o caráter representacional do conhecimento químico é possível dizer que, a associação destes modelos teóricos a aspectos observáveis do meio, possibilita a caracterização de um maior significado para os estudantes (WARTHA, REZENDE, 2011). Na química, trabalhar com a representação/modelos, é elemento intrínseco ao seu objeto de estudo e sem o uso desses recursos, tal ciência ficaria reduzida à descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças isoladas (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

A compreensão dos modelos de ligações químicas se dá de forma abstrata e conceitual podendo possuir diferentes formas de compreensão e os professores devem identificar e trabalhar essas concepções para que não sejam obstáculos durante a formação, tanto no ensino de nível médio quanto ao superior. Muitas vezes, esses obstáculos podem ser explicados pela pouca habilidade dos estudantes em compreender conceitos científicos não visíveis, além da carência da articulação entre os níveis teórico, simbólico e representacional durante a formação básica. Entretanto, observa-se que há poucas pesquisas com a finalidade de apurar as concepções dos estudantes sobre esse conceito, principalmente em nível de graduação (SILVA et al., 2012).

Como mencionam Wharta e Rezende (2009), outro aspecto interessante, é que a representação do modelo é um processo individual e particular de cada estudante, já que ele considera suas experiências e é influenciado por sua história. No processo de elaboração dos modelos mentais o professor tem um papel importante, pois, de acordo com Wu (2003) apud Wartha e Rezende (2009, p. 282) [...] “o desenvolvimento de competências representacionais implica realizar ações que permitam ao estudante construir suas próprias representações, além de estabelecer relações entre diferentes

representações”. O docente deve provocar o estudante à construção de novas estruturas mentais que possam ser enriquecidas com a visualização macroscópica de acontecimentos.

Os diferentes modelos de ligações químicas contribuem para a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem na química, permanentemente integrada ao nosso mundo. No ensino de Química, o tema ligações químicas é adotado nos currículos para estudantes no 9º ano do ensino fundamental ou no 1º ano do ensino médio (POSADA, 1999 apud SILVA et al., 2012). Fatores como a imaturidade, falhas conceituais em livros didáticos, ou mesmo na transmissão em sala de aula por parte dos docentes contribuem para que esses alunos frequentemente apresentem explicações diferentes daquelas cientificamente institucionalizadas (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006). O uso destes modelos desvinculados dos fenômenos que ocorrem no meio natural ainda é objeto de discussões, tanto na comunidade científica quanto na acadêmica (TOMA, 1997).

No processo de formação de professores é esperado que os licenciandos se apropriem devidamente dos conceitos de forma objetiva e nivelada aos fundamentos científicos vigentes. Porém, não é raro encontrar definições confusas e explicações mal elaboradas pelos mesmos, principalmente os relacionados a temas abstratos e de caráter puramente teórico, como as ligações químicas (MORTIMER, 1996; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006; LARENTIS, 2012). O que se considera, em muitos momentos, é que os entendimentos microscópicos acerca do mundo são particularmente complexos à visão dos estudantes.

A partir de análises e pesquisas já realizadas, Mortimer et al., (1994) apontam a hipótese de que a deficiência descrita acima, expressada ao longo da mediação da aprendizagem, pode ser produto da fragmentada formação básica que a maioria da população tem acesso, na qual são oferecidos livros com conceitos deturpados, que ao visar a “facilitação” do entendimento, acabam por comprometer a compreensão plena de tópicos importantes.

Um exemplo dessa fragilidade está no fato de que a maioria dos livros didáticos aos qual o estudante utiliza em sua formação não abordam questões relativas os aspectos energéticos e cinéticos da formação das moléculas e em como estas estão interagindo no espaço. O estudante, sem uma compreensão dessa perspectiva, propõe

modelos estáticos e não correlatos às teorias científicas atuais (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

Fernandez e Marcondes (2006) ao analisarem concepções referentes às ligações químicas expostas por estudantes constataram os principais obstáculos: confusão entre ligação iônica e covalente, antropomorfismo, dificuldade de representar a diferença entre ligação iônica e covalente pela Estrutura de Lewis, compreensão sobre as energias das ligações químicas e a consideração única da regra do octeto como uma explicação para interpretar as ligações químicas e suas respectivas representações.

Ao pesquisar como os estudantes compreendem o modelo atômico, Melo e Lima Neto (2013) puderam evidenciar que há neles essa dificuldade: migrar do sentido macroscópico para o microscópico, ação que o docente, em sua prática deve intermediar. Essa mudança de níveis precisa acontecer com frequência no decorrer do estudo da Química, é notável a importância de buscar caminhos para a melhoria dessa transição. Um dos caminhos a ser citado é a formação continuada, imprescindível para a atualização do docente e para a investigação de novos meios de se ensinar. Porém, cabe lembrar que a formação continuada não abarca somente cursos, ela é realizada constantemente no diálogo com outros profissionais, na participação em eventos científicos relacionados à área, entre outros.

Uma particularidade desse tema é que suas representações precisam ser desenvolvidas a partir do conhecimento dos modelos atômicos e da estrutura da matéria. O atomismo pode compreender conceitos errôneos desde a noção de que a matéria é contínua até as atuais teorias da Química contemporânea. Dessa maneira, muitos dos entendimentos e concepções alternativas sobre este tema relacionam-se com as ideias sobre o átomo. É possível, então, que elas sejam formadas, ou até reforçadas, na fase escolar dos estudantes. Por estarem longe das experiências concretas dos estudantes, as teorias atômicas assim como os modelos de ligações, tem conseqüentemente, grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos estudantes (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

A teoria do octeto, abordada por Mortimer (1994; 1996, 2000) em suas pesquisas, pode propiciar alguns obstáculos na constituição do conceito de ligação química. O estudante, apesar de apreender os determinantes para a formação de uma ligação, ainda remete à síntese utilizada pelos livros didáticos mais adotados nas escolas de nível médio, responsáveis pela formação básica. Estes, apresentam a definição de

estabilidade eletrônica como o alcance de um determinado número de elétrons, apesar do verdadeiro significado estar relacionado à energia total do sistema, surgindo aí um dos obstáculos epistemológicos.

Outro aspecto negativo dos livros didáticos utilizados no ensino de Química é a sua exaustiva variedade de representações simbólicas e bidimensionais, as quais, por não articularem relações com o mundo tridimensional, dificultam ainda mais a compreensão dos estudantes a respeito dos conceitos de ligação química. Sobre o assunto, Júnior; Azevedo e Soares (2010) contribuem afirmando que:

O animismo relacionado a regra do octeto também é consideravelmente presente. A todo o momento, tanto livros didáticos, como os professores e os alunos consideram o preenchimento da última camada com oito elétrons como algo que tornarão os átomos mais felizes e estáveis, desviando completamente o foco do conhecimento, impedindo assim que os alunos compreendam os processos envolvidos na formação das ligações (JÚNIOR et al., 2010, p. 2).

Em função da química ser uma ciência tão abstrata os docentes buscam utilizar diferentes ferramentas para facilitar a compreensão, as analogias, por exemplo, em algumas circunstâncias podem intermediar essa compreensão, no entanto precisa ter cuidado para que não tornem os conceitos simplistas, resultando em barreiras que atrapalham o conhecimento científico e impedem que a aprendizagem ocorra (MEDEIROS, 2014). Nesse sentido, os denominados obstáculos epistemológicos irão atuar como empecilho ao aprendizado.

É necessário considerar, contudo, que o livro didático continua atuando como forte determinante dos currículos escolares e devido a isso, sua análise pode fornecer indicativos do que é e como é trabalhado em sala de aula. Os erros conceituais presentes nesses materiais nem sempre são notados, o que ocasiona falhas dentro do processo de ensino (SILVA et al., 2012).

Partindo desses pressupostos, esta pesquisa atuou sobre a seguinte pergunta: Como os futuros licenciados do Instituto Federal de Goiás – Campus Uruaçu entendem as ligações químicas dentro de uma perspectiva teórica representacional e microscópica? Para isso, o objetivo dessa pesquisa foi investigar as concepções que os licenciados em química do IFG – Campus Uruaçu possuem sobre ligações nos níveis macroscópicos, microscópicos e representacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Goiás, Campus Uruaçu, local de atuação das pesquisadoras e o curso de Licenciatura Plena em Química foi escolhido por ser um espaço de formação de profissionais da área da química. A pesquisa ocorreu por meio de questionário e entrevista semiestruturados aplicados a licenciandos matriculados no oitavo período do curso, esse período em específico foi escolhido pensando na possibilidade de averiguar as concepções e como eles representavam as ligações químicas. Além disso, identificar possíveis superações de obstáculos de aprendizagem ao longo do desenvolvimento acadêmico.

Para esse processo foi utilizado a análise textual de discurso, definida por Moraes (2003, p. 192) como um “processo auto organizado de construção da compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: a unitarização, a categorização, e o captar do novo emergente”. A partir dos resultados obtidos foram criadas, a priori, três categorias de análise: o teórico-conceitual e o representacional e a representacional/fenomenológica.

Como parte dos procedimentos metodológicos foram convidados todos os licenciandos do oitavo período do curso, no caso um total de sete estudantes. Vale lembrar que o número deriva da baixa quantidade de licenciandos no último período desta graduação, uma característica insistente dos cursos de licenciatura do país.

Ao grupo foi aplicado um questionário a fim de verificar o nível teórico-conceitual (microscópico) e o representacional (simbólico) que possuíam. Este recurso serviu de fundamentação para o roteiro de entrevista. A entrevista teve como objetivo compreender os caminhos que os licenciandos utilizam para abstrair no nível atômico os fenômenos do dia-a-dia com questionamentos acerca das ligações químicas e a sua relação com as propriedades dos materiais.

Para manter a preservação da identidade dos entrevistados, optou-se por denomina-los de A₈₁, A₈₂...A_{8n}, sendo o subscrito oito, a identificação para os licenciandos do oitavo período do curso de licenciatura em química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário e a entrevista estruturada foram aplicados a sete licenciandos concluintes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Goiás – Campus Uruaçu, no intuito de verificar a concepção que os mesmos possuem tanto em

nível conceitual quanto representacional dos três tipos de ligações. A partir do questionário foram exploradas duas categorias de análise textual discursiva: a teórico-conceitual e a representacional.

Análise teórico-conceitual

Na análise teórico-conceitual, quando solicitados para que realizassem a definição dos três tipos de ligação químicas, observamos dois indicadores padrões das respostas: a) correlação com as características dos elementos (metais-ametais) e b) correlações com a eletronegatividade e a interação eletrônica.

A definição de ligação, principalmente a covalente, foi predominante a ideia de compartilhamento de elétrons e a generalização dos tipos de ligação, mencionada como uma interação entre ametal e ametal, semelhante aos resultados obtidos por Mortimer et al., (1994).

A respeito das ligações iônicas, as respostas que prevaleceram, em igual proporção, foram: as definições de ligação iônica como uma ligação entre metais e ametais; a influência da atração eletrostática, formando íons e, por fim, o conceito de doar e receber elétrons. Entretanto, não foi notado nenhum aprofundamento das compreensões em relação a particularidades e características energéticas, embora autores de livros de nível superior, como Atkins (2006) e Brown (2005), elucidem esses conceitos como fatores essenciais para a ocorrência das ligações.

Já sobre as ligações metálicas, a maioria dos licenciandos a definiram como uma ligação entre metais. O restante, por sua vez, afirmou que nesse tipo de interação, os elétrons fluem livremente, prevalecendo o modelo de “mar de elétrons”. Tais concepções se assemelham às encontradas por Mortimer; Mol; Duarte (1994); Fernandez; Marcondes (2006) e Silva et al., (2016).

De uma forma geral, percebeu-se que há uma dificuldade em conceituar os três tipos de ligação, principalmente as ligações metálicas. A maioria das repostas são bem simplistas e generalizadas. Como mencionado por Bueno; Carvalho e Silva (2009), há uma tendência de os estudantes apresentarem “definições” para caracterizar as ligações químicas, sem aprofundar suas explicações. Entretanto, a cientificidade das respostas confronta a falta de explicações acerca do tema, baseadas na energia total das ligações, imprescindível para a sua formação espontânea (ATKINS, 2006).

Quando perguntados sobre uma possível dificuldade na compreensão do conteúdo, a maioria confirmou não ter dificuldade para entender os conceitos. E os licenciandos que consideraram ter alguma dificuldade no entendimento apresentaram justificativas como:

“[...] Dificuldade para explicar para os alunos a teoria do mar de elétrons que ocorre nas ligações metálicas. [...] e o fato do elemento que doa ter carga positiva e o que recebe ter carga negativa” (A₈₅)

A resposta do estudante A₈₅ aponta para a dificuldade em entender a perda de elétrons e carga positiva resultante, fato também pesquisado por Silva e colaboradores (2016), que analisaram os modelos para um cátion de integrantes do PIBID, observando que essa carência se mantém até mesmo nos estudantes concluintes do curso de Licenciatura em Química.

Alguns licenciandos apropriaram-se de outros conceitos como caminho elucidativo e explicativo ao conceito de ligações. A eletronegatividade foi citada por dois alunos, como conceito que ajuda a compreender o fenômeno das ligações entre átomos. A teoria do octeto, por sua vez, veio acompanhada da eletronegatividade em três respostas elaboradas. A assertiva dada é de que o alcance do número de elétrons da camada de valência dos gases nobres acarreta à ligação alta estabilidade. Por fim, um licenciando mencionou a teoria dos orbitais moleculares e os modelos atômicos, se diferenciando dos demais quanto à recordação desse conceito em relação à formação de moléculas.

Pode-se observar que os licenciandos utilizam a regra do octeto para explicar quase todos os fenômenos que envolvem as ligações químicas, negligenciando a energia de ionização e a afinidade eletrônica (DUARTE, 2001; TOMA, 1997), concepções características de cada elemento úteis para explicar a estabilidade das substâncias. De acordo com Mortimer, Mol e Duarte (1994), isto ocorre devido à tendência generalizada no ensino de química em atribuir à formação do octeto o fator mais importante para a formação de espécies estáveis.

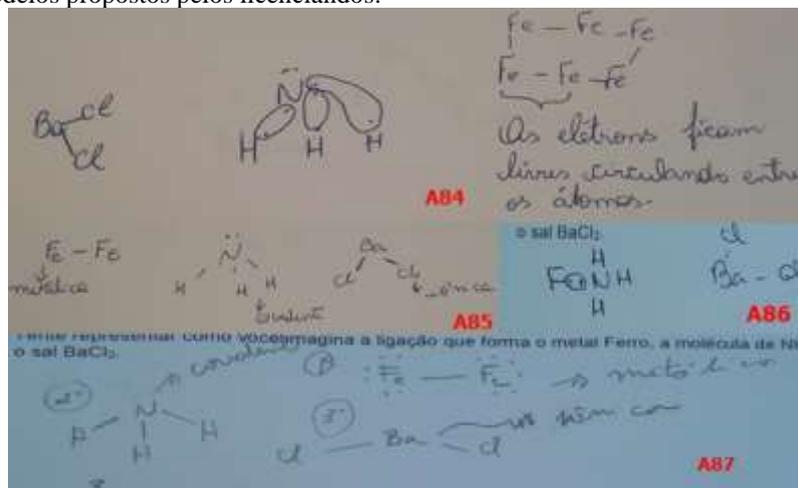
Análise representacional

Para a análise representacional, solicitamos aos licenciandos que representassem as ligações do metal Ferro, da molécula de NH₃ e o sal BaCl₂. Seguido a isso, foi-lhes

solicitado também que estabelecessem e ilustrassem o modelo de pelo menos duas ligações entre os seguintes elementos: H, O, Cl, F, C e Na.

A figura 1, ilustra as concepções dos licenciandos acerca das ligações previstas pelas fórmulas apresentadas na pergunta em relação às substâncias NH_3 , BaCl_2 e Fe.

Figura 1 – Modelos propostos pelos licenciandos.



Ao analisar os modelos propostos pelos licenciandos podemos observar que ao apresentaram a molécula de NH_3 , a característica da polaridade da molécula e da configuração geométrica foram consideradas. Da mesma forma, todos os estudantes deste recorte da figura 1, representaram o sal BaCl_2 de forma semelhante ao que propuseram à amônia, alguns indicam que se trata de ligação iônica, porém, não evidenciam a característica da interação eletrostática, típica de compostos iônicos.

Entretanto, algumas particularidades podem ser consideradas: os licenciandos na sua maioria (A81, A82, A84 e A87), representaram a ligação entre os átomos de ferro, usando pontos ou indicações a sua volta, fazendo alusão à elétrons livres.

De acordo com Carvalho e Justi (2005), a representação da ligação metálica muitas vezes se utiliza da analogia do “mar de elétrons”. Esta analogia supõe que o estudante seja capaz de compreender significativamente a deslocalização dos elétrons e a sua interação com vários núcleos atômicos. Logo, para compreender o metal como uma estrutura definida, é preciso reconhecer a interação de inúmeros átomos dentro de uma rede cristalina característica dos metais, o que poucos licenciandos do curso foram capazes de ilustrar. Infere-se assim, que há entre os licenciandos uma dificuldade de compreensão de como se formam os metais, em relação à estrutura atômica.

Quando solicitados a utilizarem elementos pré-determinados (H, O, Cl, F, C, Na), a fim de observar a combinação de elementos e se estas atendiam à cientificidade aceita, as explicações apresentaram apenas as moléculas simples e amplamente discutidas nos livros didáticos, e na representação, apresentaram características semelhantes ao da figura 1.

De certa forma, podemos inferir que as representações (modelos mentais) atendem somente à compreensão superficial da formação da ligação, como na amônia. Ou seja, os licenciandos expõem apenas com quem se dá as interações (características dos elementos, como a definição de metais e ametais), não identificando o porquê ocorre e como acontece. Como afirmaram Fernandez e Marcondes (2006), há uma clara dificuldade em representar a diferença entre ligação iônica e covalente pela estrutura de Lewis, algo que já incita a falha do uso único de teorias clássicas, como a de Lewis articulada com a Teoria do Octeto.

Os licenciandos de uma forma geral não utilizam de quaisquer outros conceitos ou teorias que auxiliem no entendimento das interações entre os elementos, na formação das ligações. As demais teorias de ligação, como a Teoria de Ligação de Valência (TLV) e Teoria dos Orbitais Moleculares (TOM) sequer foram apontadas durante a pesquisa.

Análise representacional/fenomenológica

Os resultados a seguir apresentam a análise dos modelos mentais e a interpretação do discurso explicativo dos licenciandos durante a entrevista.

Na primeira pergunta foram solicitadas explicações a respeito de um fenômeno que ocorre entre sais e a água. A pergunta abordou o fato do Cloreto de Sódio se dissolver prontamente quando colocado em um béquer com água e agitado. De posse de tal situação, foi questionado aos licenciandos qual o modelo mental que eles propunham para essa dissolução. Os modelos obtidos demonstraram uma certa semelhança no tipo de representação.

A partir desses, podemos elencar dois indicadores que dizem respeito a como foram ilustrados os modelos mentais: a representação da água e cloreto de sódio dissolvidos, com pouca ou nenhuma identificação de como acontece no nível particular; e a representação da água e cloreto de sódio dissolvidos, com alguma identificação de

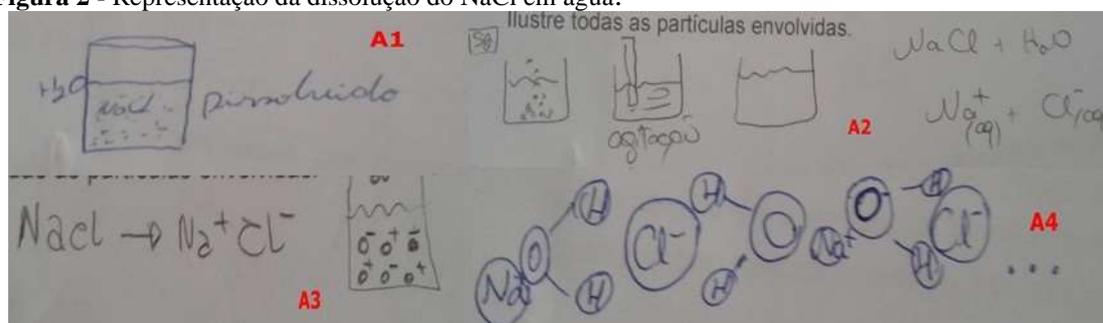
como se dá esse fenômeno no nível particular. Para tanto, foi explorada uma categoria de análise: a representacional. O quadro 1 delimita o início destas análises.

Quadro 1 - Categoria de análise: representacional aplicada a entrevista.

Categoria	Subcategoria	Indicadores	Exemplos de respostas (Fig. 3)
Representacional / Fenomenológico	Correlação do nível microscópico com o nível macroscópico	Representação da água e cloreto de sódio dissolvidos, com pouca ou nenhuma identificação de como acontece no nível particular.	A1 e A2
		Representação da água e cloreto de sódio dissolvidos, com alguma identificação de como se dá esse fenômeno no nível particular.	A3 e A4

As representações propostas estão demonstradas na figura 2. É possível observar que a maioria dos licenciandos ilustra um recipiente com água e o sal, na forma de pontos ou esferas ou através das fórmulas químicas. Apesar disso, não procuram fazer uma correlação totalmente científica com o processo de dissolução, o qual envolve conhecimento de modelos de ligação iônica, tamanho do raio atômico, entre outros.

Figura 2 - Representação da dissolução do NaCl em água.



Embora seja possível notar a representação da solvatação em apenas um modelo, proposto pelo licenciando A₈₄ (Fig. 3), conclui-se que a maioria dos estudantes, mesmo

sendo concluintes, não costumam “lembrar” ou reconhecer esse processo nas representações de soluções aquosas.

Na segunda pergunta do roteiro buscou-se conhecer a explicação dos licenciandos a respeito das propriedades dos materiais e sua relação com as ligações químicas, as respostas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para uma melhor análise.

O primeiro item da questão era: as panelas de alumínio e ferro têm a capacidade de conduzir eletricidade e energia térmica com facilidade. Porém, se retirarmos a energia fornecida, elas não mantêm a temperatura por muito tempo. Como você explica, com base nas ligações químicas, tal efeito? Pelas respostas podemos observar que a maioria dos licenciandos, mesmo depois da explanação do conteúdo de ligações químicas, não conseguem manter um elo entre as propriedades macroscópicas e as características microscópicas.

O discurso dos licenciandos apontou as seguintes respostas:

“A temperatura depende da energia externa, a diminuição do agitação das partículas faz com que estas percam a temperatura” (A₈1).

“Os elétrons da última camada voltam para o seu estado de repouso” (A₈2).

“As panelas são feitas de ligas metálicas – ligações metálicas, quando sofre aquecimento os elétrons ficam agitados, e se for retirado a fonte de calor os elétrons perdem a agitação ficando em seu estado fundamental” (A₈3).

Este último faz uma confusão de conceitos: ele aborda a questão da excitação eletrônica. O que, nesse caso, não é relevante para o entendimento das ligações químicas relacionadas à capacidade térmica dos metais.

“Ligações metálicas deixam os elétrons deslocalizados e livres, permitindo assim, uma fácil condução térmica (energia). Os metais também têm grande capacidade térmica. Do mesmo jeito que conduzem facilmente a energia, perdem facilmente se a fonte de calor externo cessar” (A₈4).

Nessa fala, é possível identificar uma maior exploração de conceitos relativos às ligações químicas presentes nos metais. O licenciando A₈4 aborda brevemente os tópicos de condução térmica, energia envolvida e elétrons livres para a passagem do calor.

Quando apresentado a seguinte pergunta: “O sal de cozinha é sólido em temperatura ambiente e o seu ponto de fusão é 801 °C. A água, por sua vez, é líquida e

ferve a 100 °C a pressão de 1 atm. O que você acredita ser a explicação para as características desses materiais?”

A partir dos resultados, observamos que a maioria dos licenciandos não conseguiram elaborar nenhuma explicação que correlacionassem com as interações entre os elementos, que resultam em tipos diferentes de ligações e conseqüentemente suas propriedades. O restante deles, tentaram explicar as características do material, apontando que as ligações iônicas são mais fortes que as covalentes, mas sem explicar os motivos.

A última pergunta orientou-se no sentido de compreender a representação simbólica dos licenciandos a respeito da equação química de síntese da amônia. De uma forma geral apresentaram cargas, formas geométricas, raios (tamanhos das bolinhas), ou seja, isso demonstra que a elaboração dos modelos apresenta caráter dinâmico, uma vez que toda e qualquer representação de conceito envolve mais de uma etapa de estruturação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados aqui discutidos foi possível reconhecer nas concepções e representações das ligações químicas algumas deficiências e vícios de cunho conceitual, apresentados pela falta de articulação entre níveis de conhecimento, microscópico, macroscópico e simbólico. Além disso, houve o constante aparecimento de alguns obstáculos em seus textos e discursos, os quais podemos citar: uso recorrente da teoria do octeto. Praticamente não exploram teorias de ligação, como a Teoria de Ligação de Valência (TLV) e Teoria dos Orbitais Moleculares (TOM).

Assim, no curso superior em Química, o processo de abstração e mudança conceitual ainda são igualmente complicados em relação à educação básica, uma vez que os licenciandos apresentaram resultados pouco satisfatórios acerca da articulação entre níveis de conhecimento e a elaboração científica de modelos, assim como afirmaram os autores já citados.

Logo, se mostra recomendável que licenciandos e docentes do curso de Licenciatura, adentre nos estudos sobre modelos e representações como instrumentos de facilitação do ensino de conceitos que não podem ser visualizados. O licenciando necessita buscar novos meios de explicar os fenômenos empíricos através do conhecimento da estrutura da matéria, seja pelo estudo constante em livros reconhecidos

e que trabalhem essa relação, seja durante sua participação em congressos ou eventos científicos, seja em constante discussão com a comunidade acadêmica, entre outros.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 35. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química**: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005.

BUENO, S. G; CARVALHO, A. S; SILVA, A. F. A. Concepções dos estudantes sobre o conceito de ligação química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ENPEC, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1208.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

CARVALHO, N; B; JUSTI, R; S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. **Enseñanza de las Ciencias**, N° extra, congresso VII, 2005.

DUARTE, H. A. Ligações químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 4, p. 14-23, 2001.

FERNANDEZ, C; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**. n. 24, p. 20-24, 2006.

FERREIRA, P. F. M; QUEIROZ, A. dos S.; MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R. da S. Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: análise em uma estratégia de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Rio de Janeiro, RJ. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p244.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.

JÚNIOR, C. A. P; AZEVEDO, N. R; SOARES, M. H. F. B. Proposta de Ensino de Ligações Químicas como Alternativa a Regra do Octeto no Ensino Médio: Diminuindo os Obstáculos para aprendizagem do conceito. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília, DF. **Anais Eletrônicos**. Brasília: ENEQ 2008. Disponível em: <http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R0203-1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

MEDEIROS, C. E. **Uma proposta para o ensino de química em busca da superação dos obstáculos epistemológicos**. 2014. 37 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

MEL O, M. R; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2009.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, E. F; MOL, G; DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência? **Química Nova**, v. 17, n. 3, p. 243-252, 1994.

SILVA, J. C. O; SILVA, F. R. G; OLIVEIRA, O. A. Problemas de aprendizagem por estudantes de graduação sobre ligações químicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E

TECNOLOGIA, 3., 2012, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: SINECT, 2012. Disponível em: www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2765&q=1. Acesso em: 01 dez. 2016.

SILVA, C. S.; GOMES, F.; GONÇALVES, A. M.; SALGAQDO, J. T. S.; MIRANDA, A. L. F.; OLIVEIRA, G. L.; SILVA, L. A. C. A compreensão do modelo de cátion elucidado por bolsistas PIBID. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. 18, 2016, Florianópolis, SC. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC: ENEQ, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais>. Acesso em: 23 dez. 2016.

TOMA, H. E. Ligações Químicas: abordagem clássica ou quântica? **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 8-12, 1997.

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, p. 275-290, 2011.

FRANCISCO, C. A. **A produção do conhecimento sobre o ensino de química nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química**. 2006. 141 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MORGADO, M. L. C. **Reimplante dentário**. 1990. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo, 1990.

SHOMOOSI, N. **The effect of teacher's questioning behavior on EFL classroom interaction: a classroom-based research**. 1997. 54 f. Dissertação (Mestrado em Artes em Ensino de Inglês como Língua Estrangeira) - Faculty of Literature and Foreign Languages, University of Allameh Tabatabaee, Tehran, Iran, 1997.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em química: jogos e atividades aplicados ao ensino de química**. 2004. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.