

O ensino de Ligações Químicas por meio do conceito de energia: uma proposta didática para o Ensino Médio

Renato Pereira Silva*¹ (FM), Devidi Marcio Marques¹ (PQ). renatocampin@hotmail.com

¹Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Av. João Naves de Ávila, 2121 - Campus Santa Mônica – Uberlândia – MG. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM.

Palavras-Chave: Ligações Químicas, Energia, Modelo de Ensino

RESUMO: De maneira geral, a compreensão de como os elementos químicos se combinam formando as substâncias e compostos, é ponto fundamental para o entendimento das propriedades das substâncias e de sua estrutura. Nesse sentido, as Ligações Químicas representam um assunto de relevante importância, e seu conhecimento é essencial para um melhor entendimento das transformações que ocorrem em nosso mundo. Apesar dessas constatações, observa-se que a forma com que esse conceito é abordado nas aulas de química, principalmente através do uso quase que exclusivo da “regra do octeto” como modelo explicativo, tem, contraditoriamente, dificultado o aprendizado por parte dos estudantes. Sendo assim, esse trabalho traz uma proposta didática para a abordagem das Ligações Químicas baseada no princípio da energia, visando superar o uso dogmático dado à “regra do octeto” e tendo como base fundamentos químicos que estejam em consonância com os aspectos cientificamente aceitos, favorecendo o processo de ensino e aprendizado.

INTRODUÇÃO

A compreensão da Química é muito importante para a formação do cidadão crítico frente às mudanças científicas e tecnológicas que o rodeiam no mundo moderno. Nos dias atuais, o motivo de ensinar Química está pautado na formação de cidadãos conscientes e críticos. Neste contexto, Chassot (1990) afirma que a Química é também uma linguagem e, portanto, o seu ensino deve ser um facilitador da leitura do mundo.

Nesse sentido, alguns princípios fundamentais da Química merecem atenção especial por se tratarem de conceitos estruturantes e que servem de embasamento para a compreensão de vários outros conceitos. Todavia, observa-se que o ensino de inúmeros desses conceitos fundamentais da Química acaba causando algumas deturpações, seja pelo didatismo excessivo ou pela simplificação demasiada, fazendo com que os conceitos estruturantes se percam ao longo desse processo, substituindo-os muitas vezes por memorizações e regras práticas descontextualizadas.

Embora em alguns casos sejam necessários o uso de regras práticas e do conhecimento memorístico, é inaceitável que estes substituam os princípios químicos que lhes deram origem, transformando o conhecimento em uma série de rituais desinteressantes e até confusos para os estudantes (MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994). Em consonância com essas discussões, Lopes (1997), aponta que o didatismo excessivo de alguns conceitos científicos ao invés de contribuir para a construção do pensamento científico acaba fazendo o caminho oposto e aproxima os conceitos científicos do realismo empírico. Segundo a autora,

existe uma tendência didática, melhor dizendo, um didatismo, que considera necessário chegar ao abstrato a partir do concreto, a fim de se tornar um conceito assimilável, o que só reforça a continuidade com o senso comum. Desta forma, ao invés de construirmos modelos de compreensão da

racionalidade científica, tentamos aproximar os conceitos científicos da racionalidade do senso comum (LOPES, 1997, p. 564).

À luz dessas premissas, este trabalho tratará como enfoque principal, aspectos importantes relacionados ao ensino do conceito de Ligações Químicas, discutindo como o ensino deste tópico é feito atualmente, buscando uma proposição didático/pedagógica para que a abordagem desse tema se torne mais significativa para o processo de ensino e aprendizado de Química no Ensino Médio.

A proposta destacada aqui faz uma crítica à “regra do octeto” e traz alguns apontamentos para a construção de um modelo explicativo que leve em consideração pressupostos muitas vezes desconsiderados nas aulas de Químicas, como o conceito de energia envolvido na interação eletrostática entre os átomos durante a formação das substâncias. Tais pressupostos confirmam o que definem as Orientações Curriculares Nacionais (OCN) no que se referem aos conhecimentos químicos, habilidades, valores da base comum (BRASIL, 2002).

A crítica trazida neste texto à utilização quase que exclusiva da “regra do octeto” no ensino das Ligações Químicas está no dogmatismo que se observa no uso deste modelo explicativo para a compreensão da interação entre os átomos. Como aponta o estudo feito por Mortimer, Mol e Duarte (1994), a utilização da regra do octeto tem se tornado trivial, um verdadeiro dogma, para explicar a estabilidade de compostos químicos, substituindo princípios mais gerais como as variações de energia envolvidas na formação de ligações entre os átomos. Tal constatação é observada também na maioria dos livros didáticos atuais aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e conseqüentemente aplicados nas aulas de química (SILVEIRA JÚNIOR; LIMA; MACHADO, 2011).

Observa-se que, normalmente a abordagem do tema Ligações Químicas no ensino médio baseia-se na tendência dos átomos em obter configurações eletrônicas ditas estáveis com oito (ou dois) elétrons na camada de valência. Esta ideia acaba levando os estudantes à constatação de que a estabilidade dos átomos é adquirida quando os elementos obtêm a configuração eletrônica na camada de valência semelhante à do gás nobre mais próximo a ele na classificação periódica. No entanto, se observados modelos explicativos mais atualizados para a combinação entre os átomos e sua estabilidade energética (a Teoria de Ligação de Valência e Teoria do Orbital Molecular são alguns exemplos), concluir-se-á que a estabilidade atômica não se relaciona exclusivamente à obtenção de dois ou oito elétrons na camada de valência.

Dessa maneira, a questão principal da pesquisa realizada e descrita aqui parte da seguinte indagação: é possível a elaboração de um modelo explicativo para as Ligações Químicas no Ensino Médio com base no conceito de energia e sem a necessidade do uso da “regra do octeto”?

A justificativa para a escolha do tema Ligações Química como enfoque para este trabalho, está baseada em dois fatores principais: 1) o entendimento de que esse conceito é básico para a compreensão da Química, uma vez que é a partir das Ligações Químicas que se pode entender, em nível científico, as transformações químicas da matéria e 2) a percepção de que a forma com que este tema vem sendo tratado na educação básica tem se mostrado insuficiente para a compreensão significativa do conceito por parte dos estudantes, provocando o aumento de várias concepções alternativas e dificultando o aprendizado químico.

Além da constatação de que o uso da “regra do octeto” como modelo explicativo para as Ligações Químicas é insuficiente e falho em diversos aspectos, a proposta de construção deste trabalho foi definida, por se entender que a compreensão do conceito de Ligações Químicas pelo viés da energia pode tornar o aprendizado deste conceito mais amplo, proporcionando ainda a correlação entre outros inúmeros conceitos da Química e das ciências de maneira geral, o que pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, como aponta Auth (2000), entende-se que o conceito de energia, além de inter-relacionar conhecimentos de ciências e tecnologia, favorece a relação destes com conhecimentos de outras áreas.

1. APONTAMENTOS SOBRE O ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

No que tange o ensino de Ligações Químicas, Fernandez e Marcondes (2006), apontam para o fato de que os estudantes do Ensino Médio apresentam inúmeras dificuldades em compreender o tema, associando tais dificuldades à maneira como é abordado o ensino deste tópico, resultando no aumento exponencial de concepções alternativas. Segundo as autoras, as dificuldades conceituais que os alunos apresentam sobre as Ligações Químicas são atribuídas a problemas mais básicos como a compreensão da natureza de átomos e moléculas.

Voltando um olhar crítico para a abordagem atual do tema em sala de aula, observa-se que a utilização da chamada “regra do octeto” como ferramenta para que o conceito de Ligações Químicas se torne didaticamente compreensível tornou-se praticamente unânime nos livros didáticos (SILVEIRA JÚNIOR; LIMA; MACHADO, 2011) e, conseqüentemente, nas aulas de Química. Porém, vários trabalhos (MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006; PEREIRA JÚNIOR; AZEVEDO; SOARES, 2010) apontam que a ênfase dada a tal teoria, tida como “regra”, acaba reforçando as dificuldades dos estudantes, além de não corresponder, em inúmeros casos, ao que se observa experimentalmente. Outro fato importante a se destacar é que a “regra do octeto” se torna limitada na explicação de uma infinidade de compostos, o que a inviabiliza inclusive de ser tratada como regra, ao rigor da palavra.

Segundo, Mortimer, Machado e Romanelli (2000), no caso particular da “regra do octeto”, por exemplo, esse procedimento útil para a previsão da valência e das fórmulas de compostos de elementos típicos da tabela periódica, se transforma num ritual, um verdadeiro dogma para explicar a estabilidade dos compostos químicos, substituindo princípios mais gerais como as variações de energia envolvidas na formação de ligações entre os átomos (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Talvez uma das principais limitações em torno da “regra do octeto” como modelo explicativo para as Ligações Químicas esteja no próprio entendimento de que a estabilidade dos átomos na constituição das substâncias seja resultado da obtenção de octetos (ou duetos). Uma vez que obter configuração eletrônica semelhante à de um gás nobre é apenas consequência da estabilização energética obtida pela Ligação Química de alguns átomos. Além disso, a restrição da estabilidade para o átomo com oito ou dois elétrons na camada de valência faz com que não seja possível a compreensão da formação de compostos a partir dos gases nobres (casos como o

XeF₄) e também de substâncias muito importantes nas sínteses orgânicas, como por exemplo o Pentacloreto de Fósforo (PCl₅).

As discussões acerca das aplicações e limitações da “regra do octeto” no ensino de Ligações Químicas não é recente, Ferreira (1962 *apud* MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994), afirma que

o conceito de octeto tem realmente muita importância histórica [...] mas já é tempo de destroná-lo de sua infalibilidade papal. A energia eletrostática entre o cátion Na⁺ e o ânion Cl⁻ é que dá a estabilidade ao cloreto de sódio. Neste caso, como em outros, não é a tendência de adquirir um octeto de elétrons a causa do fenômeno de transferência eletrônica (FERREIRA, 1962 *apud* MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994, p. 243).

Um dos possíveis motivos para o uso quase que exclusivo da “regra do octeto” como modelo de ensino para as Ligações Químicas ainda nos dias atuais, pode estar relacionado à falta de outros modelos explicativos que possam tratar a estabilidade dos átomos nas Ligações Químicas através de conceitos que envolvam a energia do processo e que sejam aplicáveis à educação básica. Talvez, o caráter abstrato do conceito de energia e seus reflexos no processo de ensino-aprendizado possa ser a justificativa para tal constatação. Entretanto, acredita-se que o entendimento das Ligações Químicas através deste enfoque pode contribuir de maneira significativa para facilitar o entendimento de outros conceitos subsequentes, como as reações químicas, interações intermoleculares, termodinâmica, propriedades das substâncias, entre outros.

O dogmatismo unânime da utilização da “regra do octeto” para explicar a formação dos compostos tem se mostrado insuficiente para o entendimento das Ligações Químicas de maneira significativa. Sendo assim, acredita-se que a proposição de outros modelos explicativos poderá contribuir para um entendimento mais abrangente do conceito, aproximando o conhecimento escolar do conhecimento científico.

2. CAMINHO METODOLÓGICO

Como base nas intenções de criar uma proposta didática para o ensino das Ligações Químicas com base no conceito de energia e que supere o uso da “regra do octeto” como modelo explicativo, este trabalho tem cerne em uma pesquisa qualitativa que utilizou como metodologia básica o levantamento bibliográfico e também aplicação e análise de questionários como fonte de dados.

Com o objetivo de embasar e contextualizar a proposta destacada neste trabalho, realizou-se uma consulta com alguns professores de química da educação básica visando dimensionar as dificuldades encontradas pelos docentes e, conseqüentemente, pelos estudantes no que se refere ao ensino das Ligações Químicas.

Os professores participantes da pesquisa foram designados pelas letras A, B, C e D, com o intuito de manter anônimas suas identidades. Os questionários aplicados continham questões que versavam sobre o ensino do conceito de Ligações Químicas

(metodologias, modelos, dificuldades e fundamentos) e também sobre as exceções à “regra do octeto”, de forma que as respostas dadas pelos professores pesquisados propiciou conhecer a visão dos docentes sobre o processo de ensino-aprendizado desse conceito.

A partir da análise dos questionários respondidos pelos sujeitos da pesquisa e tendo como base livros didáticos aprovados no último PNLD, materiais de apoio, recursos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e atividades experimentais, elaborou-se um modelo didático para o ensino de Ligações Químicas. Este material foi construído através de Unidades Didáticas visando uma maior organização das ideias principais.

3. SABERES E PRÁTICAS DOCENTES SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS – ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

De acordo com a metodologia descrita anteriormente, realizou-se a aplicação de um questionário a professores de Química da Educação Básica, abordando temas relacionados ao ensino e ao conceito de Ligações Químicas. A partir da obtenção das respostas destes questionários procedeu-se com a análise descrita a seguir tentando identificar pontos chave nas respostas que serviram como bases apoiadoras para a proposição do modelo didático para o ensino de Ligações Químicas. Esta coleta de dados e sua respectiva análise foram importantes para o planejamento das unidades didáticas estivessem em consonância com aspectos atuais das salas de aula de química e do trabalho do professor.

Nos questionários os professores foram indagados sobre os motivos pelos quais ocorriam as Ligações Químicas, as principais dificuldades para abordar esse tema em sala de aula, tanto do ponto de vista do ensino quanto da aprendizagem, sobre as metodologias utilizadas e também foi solicitado aos participantes que explicassem a formação das ligações químicas em um composto que é exceção à “regra do octeto”.

Por meio da análise das respostas dos professores participantes da pesquisa, constatou-se que os mesmos reconhecem que a formação das Ligações Químicas está relacionada à estabilidade energética, no entanto, todos apontaram que esta estabilidade ocorre com a obtenção de oito ou dois elétrons na camada de valência dos elementos químicos, como mostra a seguinte afirmativa:

“Os átomos ligam-se entre si para que possam adquirir estabilidade, que é 8 ou 2 elétrons na sua camada de valência”. (D)

Tais afirmativas confirmam a premissa de que o conceito e, conseqüentemente, o ensino das Ligações Químicas é abordado quase que exclusivamente tendo como base a “regra do octeto”. Isso pode provocar confusão com relação à função do modelo ou da teoria no mundo natural. Assim como apontam os trabalhos anteriormente citados, os alunos acabam construindo a ideia de que a ocorrência das Ligações Químicas tem como causa a própria regra do octeto.

Com relação à metodologia utilizada durante a abordagem das Ligações Químicas em sala de aula, todos os professores apontaram que utilizam apenas aulas

expositivas dialogadas, o que pode ser um dificultador para o processo de aprendizado deste conceito que é um tanto quanto abstrato e necessita de uma variação metodológica. Nesse sentido Pariz e Machado (2011) afirmam que

a dificuldade de se trabalhar esse conteúdo em sala de aula pode estar, em parte, associada a obstáculos de se implementar estratégias didáticas diversificadas, além da falta de materiais, que associem teoria-experimento sem banalizar os conceitos químicos, atribuindo-lhes significados mais próximos aos aceitos cientificamente (PARIZ; MACHADO, 2011, p.2).

Ao se referirem sobre as dificuldades encontradas em abordar o conteúdo de Ligações Químicas no nível médio de ensino, as respostas dos docentes se dividiram em três categorias pontuais: a regra do octeto, ligação metálica e ligação coordenada.

“A maior dificuldade é a falta de um modelo papável para o ensino de ligações, pois sempre acabo no famoso ‘regra do octeto’”. (C)

“Encontro dificuldade pelo fato de saber da não existência da regra do octeto e ainda continuar ensinando”. (B)

“A principal dificuldade no ensino é explicar ligação coordenada” (D)

Apesar dos professores não revelarem a origem dessas dificuldades, acredita-se que a base das dificuldades no entendimento deste tópico está na falta de compreensão dos conceitos fundamentais das Ligações Químicas. Esta inferência é feita pensando-se que na explicação deste tópico são necessários outros aportes e teorias que não a regra do octeto, haja vista que, em muitos casos para a ocorrência das ligações coordenadas não são observadas a obtenção de octetos (ou duetos), além da existência de orbitais híbridos, estruturas de ressonância e expansão da camada de valência.

Outro dado importante na análise dos questionários foi a constatação de que os docentes pesquisados não conseguiram desenvolver explicações contundentes para as Ligações Químicas de compostos cujos átomos não formem octetos (ou duetos) na camada eletrônica mais externa (como exemplo o PCl_5). Além disso, percebeu-se certa insegurança dos docentes ao proporem explicações para a formação do composto por outros princípios se não o da “regra do octeto”. A falta de detalhes nas proposições e a superficialidade das respostas comprovam esta observação.

“Se não estou enganada a ‘camada de valência’ do fósforo sofre ‘expansão’ e comporta um número maior de elétrons”. (A)

“Foge à regra do octeto. Casos como o NO e CO”. (B)

Tendo por base as respostas dos docentes, pode-se chegar à inferência de que ao se depararem com exceções à “regra do octeto”, a grande maioria dos professores apresentam dificuldades na explicação e representação dos compostos.

Segundo Jiménez e Bravo (2000, *apud* TEIXEIRA JÚNIOR, 2007), quando o conhecimento do conteúdo específico é limitado, os professores apresentam mais ideias alternativas sobre conceitos científicos e isso reforça as próprias concepções alternativas dos estudantes

A partir dos levantamentos feitos e através das análises descritas foi possível identificar alguns aspectos relevantes sobre os conhecimentos acadêmicos e experienciais de professores que atuam na Educação Básica no que se refere ao conceito de Ligações Químicas, indicando caminhos para as discussões e proposições que serão feitas. Além disso, estes dados servem para uma reavaliação sobre a prática de ensino do conteúdo em questão, constituindo-se em aporte fundamental para novas propostas de ensino como a que trazemos aqui.

4. PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DIDÁTICO SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO

Segundo os aspectos elencados anteriormente e tendo como base referenciais conceituais e a análise dos questionários aplicados aos professores de química elaborou-se a proposta de um novo modelo didático para as Ligações Químicas por meio do conceito de energia.






A maneira com que foram expostas as ideias visou dar subsídios aos professores por meio de textos com algumas informações adicionais e sugestões de atividades a serem usadas durante a abordagem do tema em sala de aula. O objetivo desta proposta não é fazer uma orientação rígida sobre a abordagem dos conceitos, mas sim trazer elementos para que os professores possam usar como bases teórico-metodológicas da abordagem do tema ligações químicas com um enfoque diferente do adotado pela maioria dos professores, dentro de sua realidade de trabalho.

A fim de obter-se uma maior organização sobre a proposta didática trazida nesse trabalho os conceitos foram abordados em Unidades Didáticas. Cada uma dessas unidades tem enfoque em um conceito ou atividade dentro do ensino das ligações químicas por meio do conceito de energia. Com exceção da Unidade 1, a ordem em que os conceitos foram expostos nas outras unidades foi pensada de forma cronológica, ou seja, a ideia é que o professor utilize a mesma sequência de atividades e discussões que na ordem em que as trazemos no documento.

Ao longo de cada uma das Unidades serão destacados textos criados pelos próprios autores do trabalho e também adaptados/extraídos de livros didáticos aprovados pelo último PNLD. A ideia desses textos é dar ao professor subsídios para preparar as aulas, retomar alguns conceitos básicos e dialogar com os docentes através de sugestões de abordagem, materiais didáticos e atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula. Além disso, os textos trazem uma diversidade de recursos de multimídia que contextualizam o entendimento dos conceitos abordados.

Para facilitar o diálogo entre o documento e o professor, pensando no processo de preparação das aulas, utilizaram-se algumas caixas de texto com dicas, opiniões e sugestões que devem auxiliar o professor no uso do material. O Quadro 1 descreve cada uma das caixas de texto criadas.

Quadro 1: Resumo descritivo das caixas de texto presentes nas Unidades Didáticas

Caixas de Texto	Descrição
 Professor!	Traz um diálogo entre o autor e o leitor buscando mostrar as intencionalidades dos textos além de pontuar algumas dicas sobre a abordagem dos conceitos e sobre atividades que podem ser desenvolvidas.
 Modelagem	São sugestões de atividades baseadas na modelagem que podem ser usadas em alguns tópicos. Entende-se que quando o aluno realiza atividades desse tipo ele é capaz de construir conceitos e esclarecer dúvidas sobre os conteúdos.
 Na Web	Trazem algumas sugestões de site e vídeos da web em que os professores podem encontrar materiais para ilustrar os conteúdos, demonstrar alguns experimentos e fazer diversas relações com o cotidiano e com as ciências.
 Simulação	São Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) que abordam conceitos relacionados às ligações químicas e a outros tópicos. Nessas simulações o aluno e o professor podem alterar variáveis, mudar condições e até mesmo realizar experimentos virtuais.
 Experimentação	Nessas caixas de texto o professor encontrará algumas sugestões de atividades experimentais relacionadas com os conteúdos tratados nos textos e nas unidades didáticas.

Através desta produção e seu desenvolvimento nas salas de aula espera-se fazer com que o conteúdo de Ligações Químicas seja mais significativo para os estudantes e, conseqüentemente que a qualidade do processo de ensino-aprendizagem de química seja melhorada.

4.1 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DIDÁTICAS

A fim de atender as especificações do número máximo de páginas determinado para a submissão deste trabalho, descreveremos sucintamente cada uma das Unidades Didáticas criadas focando principalmente em seus objetivos e alguns aspectos estruturais e conceituais abordados nelas. A íntegra e os detalhes da proposta didática trazida aqui faz parte do texto de dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

UNIDADE 1 – CONCEITOS ESTRUTURANTES PARA O ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS POR MEIO DA ENERGIA

O objetivo principal desta unidade é abordar alguns aspectos e conceitos relacionados à teoria atômica atual, configuração/distribuição eletrônica dos elementos químicos e propriedades periódicas que julgamos ser importantes como pré-requisitos para que os estudantes possam construir o conceito de Ligações Químicas com base em seus aspectos energéticos e estruturais.

Julga-se importante para o entendimento das Ligações Químicas por meio do conceito de energia que os estudantes possam ter contato com as noções básicas de orbitais atômicos durante a abordagem dos modelos atômicos, proporcionando um estudo que vá até o modelo atômico atual e não somente à tradicional proposição de Bohr como uma hipótese adicional ao modelo de orbitas de Rutherford.

Além disso, nesta unidade são abordados os conceitos de números quânticos, fazendo com que os estudantes entendam a ideia de configuração e distribuição eletrônica não apenas como um “jogo” para descobrir onde o elemento químico se localiza na tabela periódica, mas sim tendo significado na estabilidade energética dos átomos. Nesse ponto são inseridas ideias que remetem à Regra de Hund e também ao Princípio da Exclusão de Pauli, entendidos como importantes para a relação entre a ideia de estabilidade e configuração eletrônica.

As propriedades periódicas são tratadas nesta unidade dando ênfase aos valores e ao sentido energético relacionado à energia de ionização e afinidade eletrônica, que servirão como referenciais para o entendimento da interação entre os átomos na formação dos tipos de Ligações Químicas.

UNIDADE 2 – INTRODUÇÃO ÀS LIGAÇÕES QUÍMICAS: TESTANDO AS PROPRIEDADES DOS MATERIAIS E EVIDENCIANDO DIFERENÇAS

Para iniciarmos a discussão sobre as Ligações Químicas na Educação Básica julgamos ser necessária uma visão macroscópica, buscando proporcionar aos estudantes conhecer e principalmente perceber as propriedades de algumas substâncias presentes em seu cotidiano.

Na segunda unidade desta proposta didática optou-se por trazer uma sequência de atividades experimentais, visando que os estudantes possam fazer observações macroscópicas das propriedades dos materiais e começar a construir explicações, mediadas pelo professor, para as observações feitas. A opção por trazer as atividades experimentais antes mesmo da abordagem conceitual está em dar aos estudantes a possibilidade de desenvolverem o pensamento analítico e não simplesmente terem a experimentação como comprovação de determinada teoria. Entende-se que,

as atividades experimentais de caráter comprobatório não atendem as necessidades para o processo de ensino-aprendizagem, visto que são entraves ao desenvolvimento do pensamento analítico (SILVA et al., 2000, *apud* PARIZ; MACHADO, 2007)

Sendo assim, esta unidade traz experimentos sobre as ligações iônicas, covalentes e metálicas e instigam os estudantes a construírem seus próprios modelos explicativos.

UNIDADE 3 – CONCEITOS INTRODUTÓRIOS: POR QUE OS ÁTOMOS SE LIGAM?

Nesta unidade são abordados alguns conceitos introdutórios sobre as Ligações Químicas. Trata-se de conceitos gerais que tem como objetivo proporcionar aos estudantes construírem a ideia de que o fundamento principal das interações estabelecidas entre os átomos está no abaixamento da energia total do sistema. Além disso, discutem-se alguns aspectos relacionados às interações que regem qualquer

tipo de ligação entre átomos, as forças de natureza eletrostática. Com isso pretende-se que os estudantes percebam que, considerando os átomos como corpos carregados, na essência, o tipo de interação existente entre eles nas ligações será sempre o mesmo.

Através da abordagem trazida nesta unidade espera-se que os estudantes construam a ideia de que quando as Ligações Químicas são formadas ocorre uma diminuição na energia do sistema e que, em contrapartida, a quebra de uma ligação necessita da adição de energia. Além disso, os textos trazidos nesta unidade fazem referência aos conceitos de energia potencial abordados na disciplina de Física proporcionando ao estudante fazer relações com conceitos estudados em outras disciplinas.

UNIDADE 4 – PROPRIEDADES DIFERENTES SIGNIFICAM LIGAÇÕES QUÍMICAS DIFERENTES

Após termos trabalhado os conceitos básicos que determinam como os átomos se ligam, esta unidade tem como objetivo fazer explicações que ajudem os estudantes a identificar os diferentes tipos de Ligações Químicas com base nas atividades experimentais propostas na Unidade 2. Para isso nos remetemos aos experimentos realizados, evidenciando novamente as diferenças entre as propriedades dos compostos, porém, tentando fazer com que os estudantes elaborem explicações para essas observações baseadas nas discussões feitas na Unidade 3.

O objetivo principal desta unidade é fazer com que os estudantes percebam como a maneira que os elementos se combinam refletem nas propriedades e diferem os materiais. Ao fim desta unidade é desejável que os estudantes possam concluir que a diferença de eletronegatividade, além de outras propriedades periódicas, entre os átomos que constituem uma Ligação Química será responsável pela formação de compostos com propriedades diferentes.

UNIDADE 5 – FORMAÇÃO DAS LIGAÇÕES COVALENTES

O objetivo desta unidade é definir como se dá a formação das ligações covalentes entre os átomos. Para isso abordaram-se os conceitos tratados nas unidades anteriores buscando fazer com que os estudantes compreendam as Ligações Químicas constituídas através do compartilhamento de elétrons do ponto de vista energético. A ideia central desta unidade é que os estudantes construam a ideia de que o aumento de forças atrativas dado pela aproximação de átomos com eletronegatividade alta faz com que a energia total do sistema diminua.

Nesta unidade são tratados aspectos relacionados a sobreposição dos orbitais atômicos com base no princípio da exclusão de Pauli (uma aproximação da Teoria de Ligação de Valência – TLV). Além disso, conceitos como hibridização são abordados pois ajudam a compreender as ligações nos compostos orgânicos e também casos em que não se aplica a “regra do octeto”. Vale novamente afirmar que em nenhum momento e em nenhuma das unidades são explanados aspectos sobre a “regra do octeto”.

Segundo a abordagem desta unidade espera-se que os estudantes possam relacionar as propriedades periódicas dos elementos que se ligam através do compartilhamento de elétrons com a estrutura geométrica da molécula, as interações intermoleculares e conseqüentemente, as propriedades dos compostos covalentes.

UNIDADE 6 – FORMAÇÃO DAS LIGAÇÕES IÔNICAS

Nesta unidade vamos trabalhar-se com a formação das ligações iônicas. Para isso o enfoque continua no abaixamento da energia potencial do sistema como justificativa para a formação das Ligações Químicas. Com a abordagem que construímos nessa unidade pretendemos dar subsídios para que os estudantes possam compreender o processo de formação dos íons e sua resultante composição de retículos cristalinos que compõem os sólidos iônicos.

Um ponto importante a se destacar é que durante a construção dos conceitos, relacionados à compreensão de como as ligações iônicas são formadas, esperamos que os estudantes entendam que a estabilidade aos compostos iônicos não se dá simplesmente pelo o processo de perda ou ganho de elétrons pelos átomos, mas sim a somatória das interações eletrostáticas desses íons na rede cristalina. Tal abordagem muitas vezes é negligenciada durante as explicações da formação das ligações iônicas fazendo com que os estudantes tenham a errônea impressão que o abaixamento da energia se deve à perda ou ganho de elétrons pelos átomos.

UNIDADE 7 – FORMAÇÃO DAS LIGAÇÕES METÁLICAS

Na abordagem das ligações metálicas utilizou-se o modelo conhecido como nuvem de elétrons, tentando fazer com que os estudantes percebam como a interação entre os átomos metálicos ocorrem e quais são os reflexos dessa forma de interação nas propriedades das substâncias metálicas

Ao fim desta unidade espera-se que o aluno seja capaz de entender que nas ligações metálicas os átomos envolvidos possuem eletronegatividade baixa e, portanto, seus elétrons de valência devem apresentar certo grau de liberdade, então a ligação metálica pode ser entendida como um compartilhamento eletrônico não direcional, diferentemente do visto nas ligações covalentes. Além disso, pretende-se construir a ideia de que os átomos nos metais se empacotam e também formam estruturas semelhantes à dos sólidos iônicos, porém sem a formação de íons com cargas opostas o que dá aos metais maleabilidade. A base fundamental desta unidade está na proposição de que os próprios estudantes possam construir o modelo de ligação metálica de acordo com os conceitos abordados, dando maior significado ao processo de aprendizado.

5. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Segundo todas as discussões, vivências de sala de aula e levantamentos feitos neste trabalho percebeu-se que de fato o ensino das Ligações Químicas tem sido pouco significativo para os estudantes e se mostrado um dificultador da compreensão da química. Tal constatação nos remete à necessidade de reformulação das formas de abordagem desses conceitos, que atualmente é feito exclusivamente pelo uso unânime e dogmático da “regra do octeto”, substituindo a base fundamental da interação entre os átomos, a energia. Nesse sentido, este trabalho buscou trazer uma proposta de abordagem didática baseada em fundamentos mais próximos daqueles cientificamente aceitos, uma vez que entende-se que os estudantes podem sim ser capazes de compreender as Ligações Químicas segundo teorias mais elaboradas e atuais, substituindo procedimentos simplesmente memorísticos e ritualísticos, por assim dizer.

De fato, os aspectos energéticos relacionados à compreensão das Ligações Químicas são fundamentais, no entanto, a falta de modelos explicativos baseados nestes aspectos levam os professores a se remeterem a um modelo tido como uma regra, que nem se quer pode ser considerada como regra. Sendo assim, a proposta descrita aqui busca dar aporte didático, teórico e metodológico para o ensino das Ligações Químicas, onde acredita-se ser possível uma abordagem desse conceito por meio das questões que envolvam energia, sem que para isso seja necessário o uso de regras práticas e procedimentais que distanciem o ensino de Química do conhecimento científico e o aproximem do censo comum. Dessa forma, optou-se não por construir “receitas” prontas e sim proporcionar aos docentes “ingredientes” que possibilitem uma discussão em termos das Ligações Químicas de forma mais ampla. Julga-se que o entendimento das Ligações Químicas pelo viés descrito neste trabalho pode proporcionar aos estudantes extrapolar os limites do conteúdo e enxergar aspectos de outros conceitos embasados pelo entendimento de como os átomos interagem na formação dos compostos.

Por fim, considera-se que esta proposta é um passo rumo ao rompimento do paradigma, ou dogma que se constitui com o uso da “regra do octeto” no ensino das Ligações Químicas. Espera-se que com essa proposta outras possam surgir contribuindo para que o ensino das Ligações Químicas possa ser visto de outras maneiras e através de outros caminhos na educação básica. Essas são nossas expectativas e nossa contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTH, M. Conceitos Unificadores e o Ensino de Ciências. **Revista Espaço na Escola**, p.67. Editora Unijui, Ano 10, Nº 38, Out./Dez. 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CHASSOT, A. **A Educação no Ensino de Química**. Ijuí: Ed. Unijuí. 1990.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, 24(2), 2006.
- MORTIMER, E. F.; MOL, G.; DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da Ligação Química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência? **Química Nova**, 17(3), 1994.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, R.I. A proposta curricular de Química do estado de minas gerais: fundamentos e pressuposto. **Química Nova**, 23(2), 2000. p.274
- PARIZ, E.; MACHADO, P. F. L. **Martelando materiais e ressignificando o ensino de ligações químicas**. In: Anais do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC). Campinas, 2011.
- PEREIRA JÚNIOR, C. A.; 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: Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010.
- SILVEIRA JÚNIOR, C.; LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A. H. **Abordagem de ligações químicas em livros didáticos de ciências aprovados no PNLD 2011**. In: Anais do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC). Campinas, 2011
- TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. **Formação Docente: Conhecimento do Conteúdo Específico – se eu não entendo, como posso explicar**. 132p. (Dissertação: Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2007.