

# LIGAÇÕES IÔNICA E COVALENTE: RELAÇÕES ENTRE AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES E DOS LIVROS DE CIÊNCIAS

## IONIC AND COVALENT BONDING: RELATIONS BETWEEN THE STUDENTS' CONCEPTIONS AND BOOKS OF SCIENCES

Tathiane Milaré<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT/UFSC), t\_milare@msn.com

### Resumo

Conhecer os diferentes modelos de ligações químicas permite a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem ao nosso redor. A aprendizagem sobre estes modelos é um processo complexo que requer um grau de abstração dos alunos e origina inúmeras concepções alternativas, conforme apresentado na literatura. Neste trabalho, são discutidas as possíveis relações entre estas concepções e a forma de abordagem das ligações químicas em livros de Ciências. Em geral, os alunos têm contato pela primeira vez com este conteúdo em Ciências da oitava série do Ensino Fundamental.

**Palavras-chave:** Ligações químicas, Concepções alternativas, Livro didático.

### Abstract

The knowledge of the different models of Chemical Bonds allows the understanding of a lot of phenomena that occur in our environment. The learning of these models is a complex process that requires a high degree of abstraction of students and originates innumerable alternative conceptions, as presented in literature. In this work, it is discussed the possible relations between these conceptions and the way that Science didactic books approach the Chemical Bonds. In general, the students have contact for the first time with this content in Sciences of the eighth degree of Basic Education.

**Keywords:** Chemical bonds, Alternative conceptions, Didactic book.

## INTRODUÇÃO

Os diferentes modelos de ligações químicas contribuem com a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem em nosso mundo como as reações químicas, a liberação de energia na combustão, a solubilidade de substâncias, entre outros. O uso destes modelos em explicações sobre o meio natural ainda é passível de discussões, tanto na comunidade científica quanto na escolar (TOMA, 1997), pois depende dos objetivos e do contexto de aplicação. Na escola básica, por exemplo, o modelo de ligação química deve ser compatível com o modelo atômico ensinado e adequar-se aos objetivos do processo de ensino-aprendizagem, fornecendo a base necessária para o desenvolvimento cognitivo do aluno. (CHASSOT, 1996).

Por se tratar de modelos abstratos, que não são facilmente formados através de experiências sensorialistas, as ligações químicas, assim como muitos outros modelos científicos, possuem grande potencial na formação de concepções alternativas. Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos no sentido de conhecer estas concepções. (BOO, 1998; POSADA, 1999). Estes levantamentos contribuíram com o conhecimento sobre os pensamentos dos estudantes a respeito dos conceitos científicos e mostraram que as idéias prévias possuem um papel importante no processo de ensino-aprendizagem em Ciências. Por outro lado, ainda não foi criado um consenso sobre os processos de origem e evolução destas idéias prévias em favor da aquisição do conhecimento científico.

Furió e Furió (2000) caracterizaram o pensamento dos estudantes em duas vertentes, uma de caráter ontológico e outra conceitual. Os obstáculos ontológicos referem-se às idéias que os estudantes possuem sobre a realidade do mundo natural. Esta realidade coincide com as percepções sensoriais do sujeito, ou seja, é real aquilo que pode ser visto ou sentido. As percepções ficam registradas ou impressas diretamente na mente do indivíduo sem levar em conta suas interações com as idéias já pré-existentes. (JOHNSTONE, et al, 1994 *apud* FURIÓ; FURIÓ, 2000). Como consequência destas concepções de caráter ontológico, o mundo microscópico é visto pelos estudantes com as mesmas características do mundo macroscópico originando diversas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem em Química.

A segunda característica dos pensamentos dos estudantes refere-se à sua relação com o meio social e cultural. (FURIÓ; FURIÓ, 2000). Entre as idéias presentes na literatura, está aquela que admite sua origem na linguagem e em outras representações simbólicas da cultura cotidiana. (MORTIMER, 1996). As ligações químicas, no entanto, não fazem parte de reflexões comuns do dia-a-dia. Seus modelos são desenvolvidos a partir dos modelos atômicos. O atomismo, por sua vez, pode compreender diversas idéias, desde aquelas caracterizadas pela noção de que a matéria é contínua ou até pelas teorias da Química contemporânea. Deste modo, as concepções alternativas sobre este tema relacionam-se com as idéias sobre o átomo. É possível, então, que elas sejam formadas, ou até reforçadas, na fase escolar dos estudantes, quando as reflexões acerca da natureza da matéria são iniciadas no Ensino de Ciências.

Antes de serem abordadas na disciplina de Química do Ensino Médio, em geral, as ligações químicas também são tratadas na última série do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências. Apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais alertarem sobre a dificuldade que é para os alunos desta fase do ensino compreenderem fenômenos no nível molecular e atômico (BRASIL, 1998), os livros didáticos de Ciências desta série trazem este tipo de conteúdo. Os professores também costumam desenvolver estes conteúdos sob a justificativa de preparar os alunos para o Ensino Médio.

Neste contexto, alguns questionamentos orientaram o presente trabalho. Existem relações entre as concepções alternativas dos estudantes de Ensino Médio sobre as ligações

químicas e a forma de apresentação deste conteúdo no Ensino Fundamental? Quais? Como estabelecê-las?

Entre os caminhos possíveis na busca de respostas a estas questões, foi escolhida a análise dos capítulos sobre ligações químicas de livros didáticos de Ciências para a oitava série<sup>1</sup>. Consideramos que o livro didático é ainda um forte determinante dos programas escolares e por isso sua análise pode fornecer indicativos do que é abordado em sala de aula. A presença de erros conceituais nestes materiais nem sempre é notada e discutida pelos professores e alunos. Assim, estudos sobre livros didáticos podem auxiliar numa melhor utilização destes em sala de aula.

## CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS

Fernandez e Marcondes (2006) realizaram uma revisão bibliográfica, agrupando as principais concepções dos estudantes sobre as ligações químicas. As categorias apresentadas pelas autoras são as seguintes: i) confusão entre as ligações iônica e covalente; ii) antropomorfismo; iii) regra do octeto; iv) geometria das moléculas e polaridade; v) energia nas ligações e vi) representação das ligações. (*Ibid*, p.20).

Muitas das confusões feitas pelos estudantes entre as ligações iônica e covalente são baseadas na concepção de que os compostos iônicos são formados por moléculas, ou seja, que a ligação iônica é formada apenas entre o par de átomos que doaram e receberam elétrons. (BARKER; MILLAR, 2000). Os demais íons seriam unidos por algum tipo de força. As interações intramoleculares são confundidas com as intermoleculares implicando em concepções onde as ligações covalentes são rompidas na mudança de estado de substâncias moleculares. (TAN; TREAGUST, 1999). Outra idéia comum entre os estudantes é que as ligações covalentes possuem um *status* de “ligação verdadeira” e os pares de elétrons são compartilhados igualmente entre os átomos. (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

A categoria denominada antropomorfismo refere-se às idéias de que os átomos, moléculas ou outras partículas possuem características humanas. A utilização de características vitais nas interpretações de fenômenos é antiga. Para Bachelard (1996), o animismo consistiu em obstáculos nas Ciências Físicas no século XVIII, quando o corpo humano e os fenômenos vitais eram supervalorizados, fazendo com que a vida transcendesse ao domínio que lhe era próprio. No caso das ligações químicas, o uso do animismo é verificado em colocações como a de que os átomos *querem*, *desejam* ou *possuem necessidade* de doar ou receber elétrons.

Ao explicar como ocorrem as ligações químicas, comumente os textos didáticos, professores e estudantes utilizam a regra do octeto como principal razão da ocorrência do fenômeno. Mortimer et al. (1994), há mais de uma década, já haviam apontado para esta justificativa que ignora as questões energéticas que envolvem o fenômeno das Ligações em livros de Química para o Ensino Médio. Os autores colocam que a crítica à explicação de que as Ligações ocorrem para satisfazer a regra do octeto é bastante antiga, citando registros disso de 1962. (FERREIRA, 1962).

As dificuldades na visualização tridimensional de estruturas também geram concepções alternativas sobre a geometria e a polaridade das moléculas. Há uma confusão na idéia dos estudantes sobre isso, envolvendo o arranjo de pares de elétrons e o conceito de eletronegatividade. (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006). Para prever a geometria das moléculas, em geral, os alunos focam a repulsão entre os elétrons e desconsideram a afinidade eletrônica. A polaridade, nas concepções dos estudantes, também não possui relação com a

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, a denominação “oitava série” será utilizada para referir-se à última série do Ensino Fundamental compreendida, no formato antigo, por oito anos de escolaridade.

geometria das moléculas. Nestes casos, os estudantes realizam uma “redução funcional” (VIENNOT, 1996 *apud* FURIÓ; FURIÓ, 2000), pois embora a polaridade das moléculas dependa de diversos fatores, apenas uma variável é considerada.

Segundo as concepções alternativas presentes na literatura, os estudantes acreditam que as ligações químicas sempre liberam energia quando rompidas. Somente na formação das ligações é que a energia seria necessária. Estas concepções podem ser reforçadas no estudo da Biologia, quando é mencionado que os alimentos armazenam energia Química. (BOO, 1998). Relacionam-se também com a concepção de energia como um agente causal armazenado em substâncias ou objetos. (DRIVER et al., 1994).

Quanto à representação das ligações, é comum a idéia aditiva e não interativa das substâncias no processo. A dinamicidade das reações químicas é desconsiderada. Há também confusão entre os conceitos de átomos e de células. Alguns alunos concebem que os átomos podem crescer, reproduzir e se dividir. (HARRISON; TREAGUST, 1996).

A variedade de concepções alternativas sobre ligações químicas indica a dificuldade dos alunos em entenderem o processo de interações entre os átomos na formação das substâncias. Posteriormente, estas dificuldades podem gerar outras referentes aos demais conceitos da Química como é o caso da isomeria de moléculas e do estudo da cinética das reações químicas. Os professores cientes destas implicações podem direcionar as discussões em sala de aula a fim de conscientizar os estudantes sobre as limitações de suas próprias idéias.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

A escolha dos livros a serem analisados (Tabela 1) foi baseada na indicação do Programa Nacional do Livro Didático de 2005. (BRASIL, 2004). A análise seguiu a metodologia da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977) e consistiu na leitura dos capítulos referentes às Ligações químicas e na classificação das explicações em categorias pré-estabelecidas conforme as concepções alternativas apresentadas na literatura. As categorias utilizadas foram: i) Regra do octeto como causa das ligações; ii) Antropomorfismo; iii) Confusões entre ligações iônica e covalente; iv) Geometria molecular e v) Energia envolvida nas ligações.

**Tabela 1: Livros analisados**

LIVROS ANALISADOS	
1	BARROS, C.; PAULINO, W. R. Ciências: Física e Química. São Paulo: Ática, 2004
2	VALLE C. Tecnologia e sociedade 8ª série. 1. ed. Positivo, 2004
3	GEWANDSZNAJDER, F. Ciências: Matéria e energia. São Paulo: Ática, 2002.
4	CRUZ, D. Ciências e Educação Ambiental: Química e Física. 27 ed. São Paulo: Ática, 2000.
5	ALVARENGA, J. P. et al. Ciências Naturais no dia-a-dia. Dimensão, 2000
6	MARTINS, E.; GOWDAK, D. Ciências: Novo Pensar. FTD, 2002
7	BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. Série Link da ciência. 1 ed. Moderna, 2002.
8	SALÉM, S. et al. Vivendo Ciências. São Paulo: FTD, 1999.

Apenas dois dos livros analisados (ALVARENGA et al., 2000; BORTOLOZZO; MALUHY, 2002) não apresentaram capítulos exclusivos à abordagem das ligações químicas. No primeiro, as ligações químicas são apresentadas com base nos elementos associados (metal/não metal na ligação iônica, metal/metal na ligação metálica e não-metal/não-metal na ligação covalente), considerando o modelo atômico de Dalton nas explicações e não o de Rutherford-Bohr. (ALVARENGA, et. al., 2000). Estas explicações não foram consideradas na discussão dos

resultados por não possuírem as características necessárias para a classificação nas categorias admitidas. Apesar disso, nota-se a tentativa dos autores em esclarecer sobre uma das concepções alternativas referente à confusão entre as ligações intermoleculares e intramoleculares. O texto chama a atenção para o que ocorre na estrutura da água quando ela passa do estado líquido para o gasoso: "As moléculas de H<sub>2</sub>O não se desfazem, elas apenas ficam mais separadas umas das outras". (*Ibid*, p.22).

No segundo livro (BORTOLOZZO; MALUHY, 2002), as ligações são apresentadas num texto breve, explicando, mas sem denominar, a regra do octeto e as ligações iônica e covalente. Este texto apresentou trechos que puderam ser classificados nas categorias estabelecidas e foi considerado na discussão a seguir.

## CONCEPÇÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS

Nos itens seguintes, será discutida cada uma das categorias de concepções sobre ligações químicas encontradas nos livros analisados.

### Regra do Octeto e Antropomorfismo

A estabilidade atômica dos elementos e a regra do octeto introduzem as abordagens sobre as ligações químicas em sete livros. Neste momento, verificou-se a presença das primeiras explicações compatíveis com uma das categorias de concepções alternativas sobre o tema, a da regra do octeto como causa das ligações. A estabilidade dos átomos é atribuída nestes livros à configuração semelhante à dos gases nobres, ou seja, oito elétrons na última camada eletrônica, com exceção do elemento químico Hélio. Explicações deste tipo foram utilizadas em quatro livros: "Os gases nobres são encontrados na natureza na forma de átomos isolados porque eles apresentam a última camada da eletrosfera completa, ou seja, com 8 elétrons"; "Os átomos dos outros elementos, para ficarem estáveis, devem adquirir, pelas Ligações químicas, eletrosferas iguais às dos gases nobres". (MARTINS; GOWDAK, 2002, p. 27). Nota-se que uma regra prática, a do octeto, substituiu princípios químicos que lhe deram origem (MORTIMER et al., 1994), desvalorizando o desenvolvimento das teorias no contexto histórico da Química.

Neste contexto, a visão antropomórfica dos átomos é inserida nos textos. "Pela regra do octeto, os átomos tentam **'imitar'** os gases nobres, que são modelos de estabilidade eletrônica" (CRUZ, 2000, p. 77, grifo meu). "Admite-se que os demais elementos representativos, para estabilizarem-se, **buscam** ficar com configuração eletrônica de gás nobre". (SALÉM, et al., 1999, p. 276, grifo meu). A categoria relativa ao antropomorfismo foi encontrada em quatro livros. Os recursos anímicos permitem que se estabeleça uma ponte entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos prévios dos estudantes, facilitando a operacionalização de conceitos sem a necessidade de entendimento. (LOPES, 1992). Por outro lado, o raciocínio dos alunos não é estimulado e a formação do pensamento científico é prejudicada. Neste contexto, "transmite-se apenas a sombra da Ciência, imprecisa e vaga". (*Ibid*, p.260).

A crença de que as Ligações químicas ocorrem devido à regra do octeto não é facilmente abalada nem mesmo em estudantes que já concluíram o Ensino Médio. (MORTIMER et al., 1994). Esta idéia, ao contrário de outras concepções alternativas, é originada pelo próprio processo de ensino. Elas podem ser classificadas no que Furió e Furió (2000) classificam como "fixação funcional" que "consiste na aprendizagem memorística de relações (conceitos e regras) que impedem a reflexão e o pensamento criativo em situações reconhecidas pelo sujeito cognitivo". (*Ibid*, p.301). Isso indica a característica dogmática de um ensino que privilegia procedimentos para facilitar a resolução de exercícios e a previsão da formação de moléculas

pelos estudantes, em detrimento do estímulo ao raciocínio e do trabalho com variáveis diversas num mesmo processo, essenciais na formação do pensamento científico.

### **Confusões entre Ligação Iônica e Ligação Covalente**

Em quatro livros há passagens que confundem as características das Ligações iônica e covalente. A idéia de que a ligação iônica só ocorre entre o par de átomos que doam e recebem elétrons está presente textos como "(...) o átomo de cálcio perde 2 elétrons, um para cada átomo de flúor. Temos então **um cátion** de cálcio que **atrai dois** ânions de flúor". (CRUZ, 2000, p. 79, grifo meu). "Para formar o sal comum de cozinha, ou cloreto de sódio, **um** átomo de cloro associa-se a **um** átomo de sódio". (VALLE, 2004, p.89, grifo meu).

Em quatro obras analisadas, são apresentadas figuras de retículo cristalino. Na maioria delas, porém, não há explicações mais profundas sobre as figuras e a formação destes aglomerados iônicos. (SALÉM et al., 1999; MARTINS; GOWDAK, 2002; BARROS, 2004). Barros (2004), por exemplo, coloca que os "Íons de cargas contrárias se atraem eletricamente, formando um composto iônico ou um aglomerado iônico" (Ibid, p.190) composto por milhões de íons. Apesar da apresentação da figura, não fica claro ao leitor o que une estes íons. Em apenas um dos livros é enfatizado que eles estão unidos por ligações iônicas: "A organização de íons de cloreto e de sódio no cloreto de sódio forma um aglomerado, ou agregado iônico (também chamado de retículo cristalino iônico). (...) **cada íon de sódio está rodeado por 6 íons cloreto**, e cada íon cloreto está rodeado por 6 íons de sódio". (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 62, grifo meu).

Os esquemas ilustrativos da composição das substâncias, fórmulas, equações e símbolos de elementos fazem parte da linguagem química. Para compreendê-los, são necessários determinados conhecimentos. Neste contexto, um esquema do retículo cristalino do cloreto de sódio pode não ser um exemplo de substância iônica para quem o vê. (AYMERICH, 2004). Isso porque a representação gráfica, correspondente ao modelo atômico de Dalton, não permite entender o que significam as bolinhas e traços. Para tornar possível esta compreensão, é necessário conhecer sobre a linguagem química, a história da Química e o cloreto de sódio. (AYMERICH, 2004). O uso de imagens em sala de aula é importante, pois pode facilitar o aprendizado dos alunos. Para isso é essencial a intervenção do professor na explicação do que elas representam.

As concepções sobre a ligação iônica destacadas podem tornar-se obstáculos à aprendizagem sobre a formação e as propriedades das soluções. Neste sentido, o próprio processo de ensino destes conceitos pode gerar dificuldades em Química. Se a abordagem em sala de aula priorizar somente aspectos macroscópicos mais gerais a ponto de criar confusões entre os tipos de ligações, é natural que os alunos não compreendam, por exemplo, a diferença entre uma solução aquosa de açúcar e uma solução aquosa de sal de cozinha. (ECHEVERRÍA, 1996).

### **Demais categorias**

Das cinco categorias de concepções alternativas consideradas na análise (regra do octeto como causa das ligações; antropomorfismo; confusões entre ligações iônica e covalente; geometria molecular e energia envolvida nas ligações), o conjunto de livros apresentou explicações que se enquadraram em três delas, como foi discutido. A geometria das moléculas não é um conteúdo comumente desenvolvido na oitava série do Ensino Fundamental. De maneira geral, nesta fase do ensino as moléculas são representadas por desenhos ou fórmulas focando principalmente a proporção dos átomos constituintes e não a disposição espacial deles.

Como aspectos energéticos não foram considerados nas explicações sobre ligações, a categoria correspondente à energia não foi encontrada.

Em apenas um livro, a energia é mencionada ao abordar as ligações químicas, porém ainda de maneira superficial, pois ainda é admitido que “(...) o átomo que não possui oito elétrons (ou dois elétrons no caso da primeira camada) na última camada eletrônica fica instável.” (BORTOLOZZO; MALUHY, 2002, p.22). A energia é citada na previsão de qual átomo ganha ou perde elétrons numa ligação iônica, restringindo o aspecto energético na seguinte passagem do texto: “Os que possuem muitos elétrons na última camada ganham. E os que possuem poucos perdem. É uma questão de economia de energia.” (*Ibid*, p.23). A idéia não é discutida de forma mais profunda no decorrer do texto sobre o tema.

## IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

As características apresentadas nos textos analisados (forma de explicação e tipos de exemplos) são semelhantes às de muitos outros livros de Química do Ensino Médio. (MILARÉ, 2005). Uma grande parte das dificuldades encontradas na aprendizagem em Química se deriva de colocações inadequadas, principalmente sobre o atomismo, que são apresentadas à margem do desenvolvimento da Ciência. (AYMERICH, 2004). Os dados experimentais, por exemplo, frequentemente são abordados como se fossem derivados da teoria. Nos livros didáticos, a apresentação das ligações químicas não é diferente. A noção de que os fenômenos ocorrem para obedecer às leis científicas - e não que as leis foram enunciadas a partir dos fenômenos -, está presente no capítulo de Ligações químicas de um dos livros analisados. (VALLE, 2004). Segundo a autora,

Muitos deles [os átomos] podem associar-se a dois, três, quatro e até mais átomos diferentes, mas tudo isso somente ocorre **obedecendo determinadas leis**. Mesmo assim, com todas **as restrições impostas pelas leis naturais da Química**, os poucos átomos podem formar um grande número de substâncias diferentes. (VALLE, 2004, p. 88, grifo meu)

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, no último ciclo do Ensino Fundamental, correspondente a sétima e oitava séries, os alunos deveriam iniciar a reflexão sobre “a natureza do conhecimento e do fazer científico e tecnológico”. (BRASIL, 1998, p.88). Porém, muitas das explicações utilizadas nesta fase do ensino, como as apresentadas neste artigo, possuem forte potencial na geração de concepções equivocadas sobre a Ciência, além de sobre os conceitos em si.

Na oitava série, é desejável que o estudante saiba que a matéria é composta por minúsculas partículas que, ao serem rearranjadas entre si, formam outras substâncias, caracterizando um fenômeno químico. Mas “deve ser evitado pelo professor detalhar o que acontece no nível molecular e atômico, o que ainda faz pouco ou nenhum sentido neste nível da escolaridade, conforme tem se evidenciado na pesquisa acadêmica e na prática em sala de aula”. (BRASIL, 1998b, p.98). O que deveria ser esperado dos estudantes é que eles iniciassem o desenvolvimento de um “pensamento químico” e não fossem forçados a compreender e memorizar detalhes de complexos modelos químicos. Segundo Maldaner [2005] “o pensamento químico passa a existir desde que um primeiro significado para um termo, uma palavra, uma fórmula química, uma equação, uma expressão, uma tabela, etc., comece a se formar”. Mesmo não tendo um modelo mais completo e atual de átomo, de molécula e de ligações, é necessário que os alunos atribuam significados não-equivocados a estas palavras. O uso destes termos na explicação de fenômenos deve fazer parte da noção de constituição da matéria que o aluno tem e não mais causar estranheza sendo totalmente vazio de significado.

É neste sentido que, em Ciências do Ensino Fundamental, o papel do estudo da Química é o de criar suporte e ajudar a responder questões necessárias na complementação dos conhecimentos ensinados, considerando que

Não se pode perder de vista que a aprendizagem científica, no Ensino Fundamental, é principalmente o reconhecimento do mundo e uma primeira construção de explicações. Pautada nas explicações científicas, a aprendizagem avança, passando a constituir novas formas de pensamento do estudante. (BRASIL, 1998b, p.88)

Para que a educação científica contribua neste sentido, é necessário evitar que as concepções alternativas dos estudantes sejam reforçadas pelo próprio processo de ensino ou pelo material didático, como é o caso das ligações químicas. Outra consideração a ser feita é que no Ensino de Química existem diversos tipos de modelos para explicar um mesmo fenômeno e eles devem responder pela complexidade da situação química em diferentes graus. (GRECA; SANTOS, 2005). Os modelos atômicos, por exemplo, são diversos e concebidos como um sistema concreto e realista para que possam servir de base na compreensão de processos de interações atômicas e moleculares. (GRECA; SANTOS, 2005). Torna-se necessário conhecer em que contexto cada um dos modelos melhor se aplica. Os modelos utilizados no ensino devem auxiliar o aluno na promoção de uma conceituação adequada como, por exemplo, de matéria e energia, nos fenômenos químicos a serem estudados. (AYMERICH, 2004).

Ensinar Química não é uma tarefa fácil e exige do professor conhecimentos das várias situações e modelos utilizados nesta Ciência, além das dificuldades de aprendizado. As tendências trazidas pelas pesquisas em Ensino de Química têm, cada vez mais, deixado de lado o enfoque na memorização de nomes, fórmulas e conhecimentos fragmentados e desconexos à realidade vivenciada pelos alunos, voltando-se para o reconhecimento e compreensão, de forma integrada e significativa, das transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos. (BRASIL, 2002). Embora estes critérios tenham sido estabelecidos para o ensino de Química do Ensino Médio, é possível verificar através dos livros de oitava série que eles também poderiam ser aplicados no Ensino de Ciências desta série.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise realizada ilustra a necessidade de se repensar sobre os conteúdos de Química e sua forma de abordagem na oitava série do Ensino Fundamental. A antecipação de assuntos como as ligações químicas, de maneira descontextualizada, sem outras aplicações visíveis além da resolução mecânica de exercícios, não acrescenta em nada na formação dos estudantes desta fase do ensino. Ao contrário do desejado, ela pode reforçar a aprendizagem de conceitos equivocados e despertar o desgosto pela Química no Ensino Médio como muitas pesquisas revelam. (AYMERICH, 2004; ROCHA, et al., 2005).

A faixa etária, o desenvolvimento cognitivo e os interesses dos estudantes também não deveriam ser esquecidos na escolha dos conteúdos e de sua forma de abordagem. É necessário que eles sejam promovidos “de forma compatível com as possibilidades e necessidades de aprendizagem do estudante, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos”. (BRASIL, 1998b, p.35). O adiantamento e o aprofundamento de conhecimentos que fazem parte das etapas posteriores do aprendizado devem ser evitados.

Um dos questionamentos realizados inicialmente foi: Existem relações entre as concepções alternativas dos estudantes de Ensino Médio sobre as Ligações químicas e a forma de apresentação deste conteúdo no Ensino Fundamental? A resposta alcançada neste trabalho é

sim. Uma parte significativa das concepções alternativas investigadas por pesquisas da área está presente nos livros didáticos de Ciências de oitava série. Isso nos leva a refletir sobre a importância dos professores de Ciências possuírem formação adequada para evitar o reforço destas concepções no Ensino Fundamental.

É necessária a abordagem correta dos modelos de átomos e de ligações para que, ao longo das fases escolares, os estudantes possam aperfeiçoar cada vez mais seus conhecimentos científicos no sentido de ampliá-los e aprofundá-los. O ensino de modelos ou explicações equivocados deixa para as fases de ensino posteriores, a difícil tarefa de tentar “modificar” as concepções originadas no próprio processo de ensino. Por outro lado, se os estudantes compreenderem como os modelos são utilizados nas explicações e as limitações em cada contexto, eles estarão desenvolvendo a capacidade de raciocinar e, conseqüentemente, de formar um pensamento químico.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, J. P. et al. Ciências Naturais no dia-a-dia. Dimensão, 2000
- AYMERICH, M. I. Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, v. 92, n.4/6, p. 115-136, 2004.
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977, 226 p.
- BARKER, V.; MILLAR, R. Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, v.22, p.1171-1200, 2000.
- BARROS, C.; PAULINO, W. R. Ciências: Física e Química. São Paulo: Ática, 2004
- BOO, H. K. Student's understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, v.35, p.569-581, 1998.
- BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. Série Link da ciência. 1 ed. Moderna, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC / SEF, 1998. 138 p.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da educação. Guia de livros didáticos 2005: Ciências v.4 / Ministério da Educação. – Brasília: MEC, 2004. 96p.
- CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. *Química Nova na Escola*, n.3, p.3, maio, 1996.
- CRUZ, D. Ciências e Educação Ambiental: Química e Física. 27 ed. São Paulo: Ática, 2000.
- DRIVER, R. et al. Making sense of secondary science – Research into children's ideas. New York: Routledge, 1994

- ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*, n.3, 1996.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação química. *Química Nova na Escola*. n.24, p.20-24, nov., 2006.
- FERREIRA, R. *Ciência e Cultura*. v.14, n.76, p. 78, 1962.
- FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, v.11, n.3, p.300-305, 2000.
- GEWANDSZNAJDER, F. Ciências: Matéria e energia. São Paulo: Ática, 2002.
- GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em Ciências: o caso da Física e da Química. *Investigações em Ensino de Ciências*. IFURGS, Porto Alegre, 2005.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, v.80, p.509-534, 1996.
- JOHNSTONE, A. H.; SLEET R. J.; VIANNA, J. F. An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in Chemistry. *Studies in Higher Education*, n.19, p.77-87, 1994.
- LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. *Química Nova*. v.15, n.3, p.254-261, 1992.
- MALDANER, O. A. Curso de capacitação dos professores de química do ensino médio. 83 f. mimeografado, [2005]
- MARTINS, E.; GOWDAK, D. Ciências: Novo Pensar. FTD, 2002
- MILARÉ, T. Conteúdos de Química e livros do Ensino Médio: análise reflexiva dos conteúdos e abordagens. 2005. 34f. Trabalho de Monografia – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2005.
- MORTIMER. E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? *Investigação em Ensino de Ciências*. IFURGS, Porto Alegre, 1996.
- 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.2, p.243-252, 1994.
- POSADA, J. M. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, p.227-245, 1999.
- ROCHA, Z. M. et al. Química no Universo dos alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru-SP, Atas... Bauru, 2005
- SALÉM, S. et al. Vivendo Ciências. São Paulo: FTD, 1999.
- TAN, K. C. D.; TREAGUST, D. F. Evaluating student' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, v.81, n.294, p.75-83, 1999.
- TOMA, H. E. Ligações Químicas: abordagem clássica ou quântica? *Química Nova na Escola*, n.6, p.8-12, nov., 1997.
- VALLE C. Tecnologia e sociedade 8ª série. 1. ed. Positivo, 2004
- VIENNOT, L. Raisonner em Physique. La part du sens commun. De Boeck & Larcier S.A.. Paris, Bruxelles, 1996.