

## CONCEITO DE LIGAÇÃO QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NA ACADÊMICA: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS

Paula Fernanda de Carvalho Dantas<sup>11\*</sup> pfquimica@hotmail.com  
Adair Mendonça da Costa<sup>1</sup> adairmendona@hotmail.com  
Edson José Wartha<sup>2\*</sup> ejwartha@ufs.br  
Universidade Federal de Sergipe

### RESUMO

O conhecimento escolar, em especial o científico, constitui a base de vários estudos na literatura, no entanto, o conhecimento científico não necessita ser transmitido na linguagem utilizada pelos cientistas, geralmente obscura e ambígua. E logo, surgem as aproximações e distanciamentos em relação ao conhecimento de referência, tarefa complexa e que necessita da habilidade e conhecimento do professor. Afinal um distanciamento mal trabalhado, ao invés de facilitar acaba por dificultar o processo de ensino-aprendizagem. O objetivo do presente trabalho é identificar e classificar os distanciamentos e/ou aproximações encontrados no conteúdo de ligação química, em alguns livros do ensino fundamental e médio em relação conhecimento de referência, utilizando a metodologia do cone.

*Palavras-chave:* Transposição didática, distanciamento, livro didático.

### ABSTRACT

The school knowledge, especially the scientific, it constitutes the basis of several studies in the literature; however, the scientific knowledge doesn't need be forwarded in the language used by scientists, usually obscure and ambiguous. And soon, arise the approximations and distancing regarding knowledge of reference, and complex task that requires skill and knowledge of the teacher. Finally a distancing barely worked, instead of facilitating makes difficult the process of teaching-learning. The objective of the present work is to identify and classify the distancing and approximations found in the content of the chemical bond in some books of elementary and secondary education regarding knowledge of reference, using the Cone's Methodology.

*Keywords:* Didactic transposition, distancing, text book.

1

---

<sup>1</sup> Alunos do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Sergipe.

<sup>2</sup> - Professor da Universidade Federal de Sergipe.

\*- Participantes do GPEMEC (Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Ensino de Ciências)

## **I – INTRODUÇÃO**

O conhecimento escolar, em especial das disciplinas científicas e sua relação com as diferentes formas de conhecimento, por exemplo, sociais, científicos ou populares, constituem a base de vários estudos na literatura (Lopes 1999). E mesmo com todos os avanços tecnológicos e da grande diversidade dos materiais curriculares disponíveis, o livro didático, LD, continua sendo o recurso mais utilizado pelos professores no ensino de ciências.

O conhecimento científico é digno de confiança e logo constitui a base do que deve ser transmitido aos alunos nas escolas. O que não necessita ser transmitido na linguagem utilizada pelos cientistas, geralmente obscura e ambígua, o que dificulta a compreensão da idéia central pelos alunos (Ziman 1986). Logo com o objetivo de facilitar o aprendizado dos alunos surgem as aproximações e distanciamentos em relação ao conhecimento que os cientistas têm como válidos e que é apresentado nos cursos de formação de professores, ou seja, constitui o conhecimento referência.

No entanto para que estas aproximações e distanciamentos tornem-se possíveis, faz-se necessário levar em consideração não só as características próprias do conhecimento, mas também as dos alunos tais como, a capacidade de raciocínio e os conhecimentos prévios (Franzolin 2007).

## **II – REFERENCIAL TEÓRICO**

### **II.1 - Compreendendo o processo de ensino e aprendizagem**

O conhecimento escolar, em especial das disciplinas científicas e sua relação com as diferentes formas de conhecimento, por exemplo, sociais, científicos ou populares, constituem a base de vários estudos na literatura. Os professores não devem estar preocupados apenas em transmitir informações, mas sim em proporcionar meios pelos quais os alunos desenvolvam competências e habilidades com as quais possam não só lidar com estas informações, mas também compreender o mundo de forma crítica, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos.

É evidente a importância da transmissão do conhecimento científico (que é digno de confiança), o que não significa que o mesmo deve ser apresentado da forma como os cientistas o fazem nos congressos. Isto implica que a linguagem a ser utilizada não deve ser obscura nem ambígua, o que facilita ao receptor a compreensão da idéia central que lhe é

transmitida (Ziman 1986). Logo a escola (o professor) não só pode como deve realizar aproximações ou distanciamentos dos conhecimentos que os cientistas têm como válido. No entanto essa não é uma tarefa fácil de ser realizada, pois o ato de transformar um conhecimento científico em um conteúdo didático, conservando suas teorias complexas e sem perder propriedades e características, pode ser considerado o grande desafio dos professores.

O elemento de saber, muitas vezes necessita passar por algumas transformações, para que possa ser ensinado. Logo o ato de transformar o objeto de saber em objeto de ensino é conhecido como “transposição didática”, momento no qual um novo saber é produzido, indicando que é possível a produção de conhecimento no espaço escolar (Chevallard 1991 apud Franzolin 2007).

A transposição didática surgiu devido às diferenças entre o contexto universitário e o contexto escolar. Sendo assim um determinado conteúdo em nível universitário necessita de adaptações durante a transposição desta disciplina para a matéria (conteúdo) escolar (no ensino fundamental e médio). E logo essas transposições fazem-se necessárias devido à diferença de nível cognitivo dos receptores nos dois contextos (universitário e escolar).

## **II.2 – O LIVRO DIDÁTICO**

O recurso mais utilizado e que caracteriza o que é ensinado nas escolas é o livro didático, não só aqui no Brasil, mas também em outros países como, por exemplo, Espanha e Portugal.

O livro didático no Brasil constitui um das principais fontes de consulta tanto para os professores como para os estudantes. O que influencia diretamente no desenvolvimento do trabalho pedagógico e no cotidiano da sala de aula (Brasil, 2003). E é nesse contexto de vital importância, que o livro didático tem se tornado objeto de estudo de várias pesquisas, a nível nacional e internacional.

As analogias entre os livros didáticos de Química de ensino fundamental e médio com livros universitários e mesmos com as produções dos periódicos científicos constituem a base do estudo de diversos artigos, teses, dissertações e até mesmo livros. As análises em relação aos livros didáticos de química, já publicados, são bem diversificadas, encontram-se desde artigos sobre a produção e comercialização dos livros didáticos, até artigos sobre a inserção do conhecimento na evolução histórica, adequação dos conteúdos, entre outros temas. E como já existem inúmeras análises, cada uma com aspecto específico, isso torna possível a análise

dos materiais didáticos que chagam as escolas, agregando novos critérios aqueles já vinham sendo adotados.

O presente estudo tem como objetivo, analisar o conteúdo de ligação química em livros didáticos do ensino médio e fundamental, verificando o distanciamento e a aproximação que estes mantêm do conhecimento de referência (objeto de estudo do professor em formação), visando analisar em que medida isto pode interferir no aprendizado dos alunos. É importante ressaltar que, não se pretende aqui classificar os conceitos em “certos” ou “errados”, mas sim comparar os conhecimentos apresentados nos livros didáticos selecionados com o conhecimento de referência. Tendo como parâmetro a assiduidade dos distanciamentos e das aproximações do conteúdo de ligação química entre os respectivos níveis de ensino: fundamental e médio em relação aos conhecimentos abordados nos cursos de formação dos professores de química e utilizando a metodologia do cone de Franzolin e Bizzo (2007).

Já que na maioria dos livros didáticos destinados tanto ao Ensino Médio como ao Ensino Fundamental adotados no Brasil não é usado, por exemplo, uma abordagem que relacione a formação da ligação química ao abaixamento da energia potencial do sistema, o que de fato explica a estabilidade dos compostos formados através das ligações químicas (Mortimer et al, 1994). Estabilidade esta que é explicada nos livros didáticos através da configuração eletrônica de oito ou dois elétrons na camada de valência, ou seja, através da famosa regra do octeto.

### III – METODOLOGIA

Foram selecionados oito livros: dois de ensino superior (ES), três de ensino médio (EM) e três de ensino fundamental (EF). O critério utilizado para escolha dos livros foi à assiduidade com que estes livros são adotados pelas escolas da região agreste do estado de Sergipe e o resultado do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e do Programa Nacional do Livro para o ensino médio (PNLEM). A análise foi baseada na comparação de como o conteúdo de ligação química, apresentado nos livros selecionados (EF e EM) se aproximavam ou distanciavam da referência (ES). Para tal foi utilizado o Modelo do Cone (Franzollin e Bizzo, 2007) como referência.

Utilizou-se como bibliografia de referência aquela adotada pelo curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho na Cidade de Itabaiana – SE, nos anos de 2008 e 2009, a qual se encontrava presente na ementa

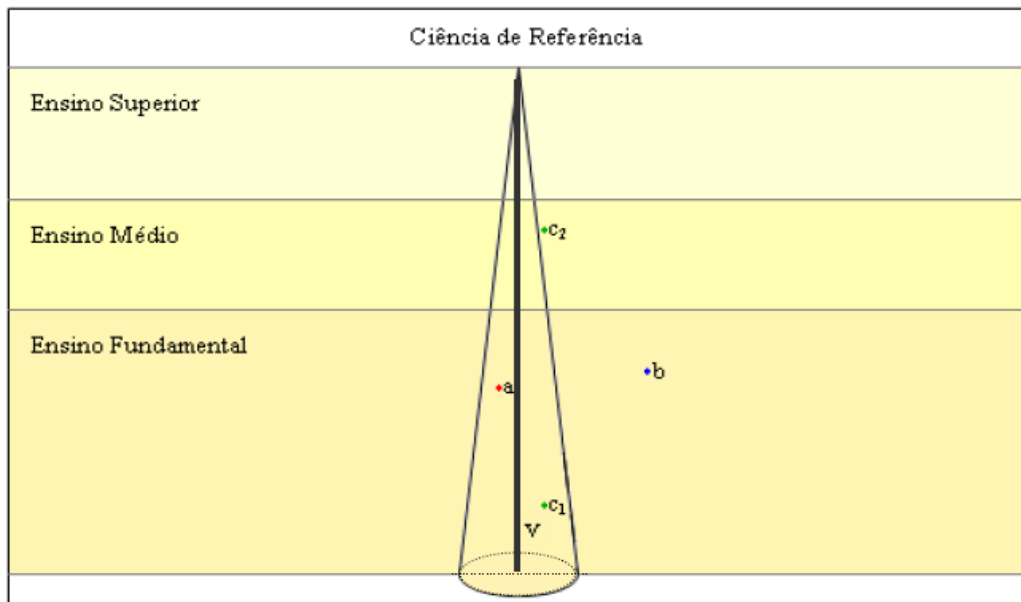
da disciplina Química dos Compostos Inorgânicos I e disponível no site <<http://www.campusitabaiana.ufs.br/quimica/>> acessado em 15 ago. 2008 e 28 mai. 2009. Esta referência foi adota devido ao fato que a transposição didática presente nesta encontra-se próxima do conhecimento científico e também ao fato desta ser referencia em um curso de formação do professor licenciando em Química. No entanto como diz Franzolin (2007), não será discutida a acuidade dessa bibliografia de referência. Apesar de acreditar que tais bibliografias são passíveis de controvérsias ou erros, não caberá ao escopo do presente trabalho investigá-los.

Os trechos dos Livros Didáticos (LD) e da referência que abrangia o conteúdo de ligação química foram transcritos e comparados entre si, com o objetivo de identificar os distanciamentos e as aproximações entre os conhecimentos apresentados nos LD de ensino fundamental e médio e a bibliografia de referência.

Após a leitura do conteúdo selecionado elaborou-se alguns critérios para classificação dos distanciamentos encontrados. Estes foram classificados em duas categorias ambas decorrentes da transposição didática, e classificadas em distanciamento: vertical e horizontal.

O distanciamento vertical é “originado na transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino”, devido à necessidade de facilitar a compreensão do conteúdo em diferentes faixas etárias. Enquanto que o distanciamento horizontal é “caracterizado como artifícios utilizados por quem ensina” com o objetivo de facilitar a aprendizagem sendo também decorrente da flexibilidade do conhecimento utilizado em relação ao rigorismo relacionado à referência. Usualmente conhecido como conhecimento cotidiano (Franzolin 2007).

No Modelo do Cone o distanciamento vertical é representado pelo interior do cone, e refere-se ao componente etário acadêmico, sendo que os distanciamentos mais rigorosos com relação à referência situam-se bem próximos do eixo vertical (V), como por exemplo, o ponto *a* (da figura 01). O cone que encontra-se em volta do eixo V acolhe os demais conhecimentos, que distanciam verticalmente da referência nos diferentes níveis de ensino. Enquanto que o distanciamento horizontal, oriundo da grande flexibilidade do conteúdo de ensino em relação ao conhecimento referência gera conhecimentos que se encontram fora do cone, por exemplo, os pontos *c*<sub>2</sub> e *b*, como podem ser analisados na figura abaixo:



**Figura 01:** Modelo do Cone (Franzollin e Bizzo, 2007)

Na figura 01, observa-se que estão representados três faixas distintas de conhecimento, sendo que o EF corresponde à base do cone, por ter um maior diâmetro decorrente da ampla necessidade de transposição didática necessária neste nível cognitivo. E logo o cone vai se estreitando no sentido crescente de escolarização, neste caso do EF para o EM e deste para o ES, em virtude da menor utilização da transposição didática. O modelo do cone possibilita ainda a avaliação do rigorismo dos conteúdos, ou seja, um conteúdo será mais rigoroso quando se encontrar dentro e o mais próximo do topo do cone. Porém um mesmo conhecimento pode ser considerado rigoroso e com um distanciamento vertical em um nível de ensino (EF ou EM) e como distanciamento horizontal em outro nível de ensino (EF ou EM).

Cada ponto destacado representa um dos muitos conhecimentos ensinados nas escolas de ensino fundamental e médio. O ponto *a* refere-se ao conceito de ligação química ensinado no ensino fundamental e que distancia-se verticalmente da referência e, portanto localiza-se dentro do cone. Já o ponto *b* refere-se ao conceito de ligação química também ensinado no ensino fundamental, mas que se encontra distanciado horizontalmente da referência e, portanto, localiza-se fora do cone. Enquanto que o ponto *c1* representa o conceito de ligação que, ao ser ensinado no ensino fundamental, caracteriza-se como decorrente do distanciamento vertical (porém menos rigoroso que o ponto *a*), pois é proveniente de uma transposição didática necessária ao nível de ensino correspondente. Entretanto, devido ao

maior rigorismo no ensino médio, esse mesmo conhecimento, representado pelo ponto  $c_2$ , encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de conhecimento.

#### IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que os livros didáticos selecionados (mais especificadamente os livros de EF e EM), apresentavam uma linguagem gramaticalmente correta, na maioria das vezes clara e objetiva, mas que, no entanto não apresentava informações suficientes para construção do conhecimento científico pelos alunos, ou seja, uma linguagem o mais próxima possível do conhecimento de referência para a devida compreensão do conceito de ligação química pelos alunos.

O conteúdo de ligação química foi selecionado por constituir a base de um tema central na química o qual segundo Fernandez e Marcondes (2006) é um tema que por ser abstrato, longe das experiências dos alunos, tem conseqüentemente, um grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos estudantes. Além de constituir a base de assuntos mais complexos abordados posteriormente como, por exemplo, a compreensão do comportamento das moléculas a estabilidade dos compostos e das transformações que ocorrem em nosso mundo, e ao mesmo tempo por ser abordado em todos os níveis de ensino: fundamental, médio e superior e por estar presente em todos os livros selecionados.

As definições de ligação química apresentada nas referências selecionadas são:

- Forma-se uma ligação química entre dois átomos se o arranjo resultante dos dois núcleos e seus elétrons tem menos energia do que a energia total dos átomos separados. (ATKINS, 2006, p.163)
- A formação de ligações químicas envolve normalmente só os elétrons do nível mais externo do átomo e, através da formação de ligações, cada átomo adquire uma configuração eletrônica estável. (J. D. Jee, 1997, p. 12)

Ao comparar estes conhecimentos apresentados nas referências com o apresentado nos livros didáticos de EM encontra-se primeiramente o distanciamento horizontal, ao constatar que um exemplar diz que “A união entre átomos é chamada de ligação química” (Tito e Canto, 1999, p.43).

- [...] um átomo estará estável quando sua ultima camada possuir oito elétrons (ou dois na camada K). Os átomos não-estáveis se unem um uns aos outros a fim de adquirir

estabilidade. A união entre átomos é chamada de ligação química. (Tito e Canto, 1999, p.43)

- [...] a ligação química ocorre quando os átomos envolvidos tendem a receber elétrons e compartilham pares eletrônicos, formados por um elétron de cada átomo. (Usberco & Salvador, 2001, p. 73)
- Um átomo adquire estabilidade quando possui oito elétrons na camada eletrônica mais externa, ou dois elétrons quando possui apenas a camada K. (Feltre, 200, p.166)

A partir das definições acima sobre ligação química presentes nos livros didáticos de EM é possível constatar que enquanto que na referência prevalece à atribuição da formação da ligação química a estabilidade do composto formado que dá-se, por exemplo, através do abaixamento de energia. Nos LD de ensino médio nota-se o distanciamento horizontal (utilizado com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos nesta faixa etária e como estratégia didática), pois é praticamente unânime a utilização da regra do octeto como fator predominante na formação de uma ligação química. E um leve distanciamento vertical, pois mesmo quando estes fazem menção à estabilidade dos compostos, esta continua sendo explicada e diretamente ligada à configuração eletrônica dos átomos, ou seja, a regra do octeto.

Enquanto que nos livros de EF as definições são as seguintes:

- Os átomos [...], para ficarem estáveis, devem adquirir, pelas ligações químicas, eletrosferas iguais às dos gases nobres. Fazem isso cedendo, recebendo ou compartilhando elétrons. (Martins e Geowdak, 2006, p.73)
- [...] quando certos átomos se encontram, alguns elétrons podem passar de um átomo par outro, ou ser compartilhados por pares de átomos. Forma-se assim uma ligação química, e o átomo passa a ter uma estrutura estável, [...]. (Gewandsznajder, 2006, p.66)
- A união entre dois átomos é chamada ligação química. Dependendo do que acontece ganho, perda ou compartilhamento de elétrons, formam-se diferentes ligações químicas. (Barros e Paulino, 2006, p. 208)

Percebe-se que entre o conhecimento de referência e o EF nota-se a presença do distanciamento vertical suave na definição de “estabilidade”, com o intuito de facilitar a compreensão dos alunos no ensino fundamental, sobre o conteúdo abordado, os autores



apresentam uma definição mais simplificada. Porém a presença do distanciamento horizontal é muito forte como, por exemplo, nota-se constantemente a atribuição de vida, desejo e movimento aos átomos e aos elétrons como também o uso incessante da regra do octeto.

Segundo Mortimer et al. (1994) a regra do octeto é um procedimento útil na previsão da valência e das formulas de alguns compostos, mas que acaba por transformar-se num ritual, um verdadeiro dogma a explicar a estabilidade dos compostos químicos. A qual muitas das vezes substitui os princípios químicos mais gerais como as variações de energia envolvidas na formação de ligações entre os átomos e que por isso pode até ser considerada como um erro conceitual. Já que durante o processo de formação dos octetos dos átomos faz-se necessário a absorção de energia fato que vai de confronto ao o que diz o conhecimento de referência, o qual explica a formação da ligação química através do abaixamento da energia do sistema evento que tem como consequência uma maior estabilidade do composto formado.

E de acordo com Toma (1997) mesmo a regra do octeto (ou o modelo de Lewis) sendo um procedimento útil na descrição qualitativa das ligações químicas. Esta não é capaz de explicar, por exemplo, a geometria do composto formado, a natureza espectroscópica do mesmo entre outras questões. Fatos do quais pode-se concluir que a visão que se deve ter em relação as ligações químicas é estas não devem se restringir apenas ao compartilhamento dos pares de elétrons entre os átomos.

E logo como diz Mortimer e et al. (1994), a maioria dos LD de Química destinados ao EM abordam a ligação química numa visão determinística e antropofórmica, se referindo a “átomos com tendência a perderem ou a ganharem elétrons para completar o octeto”.

## V – CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a presente pesquisa indicam que os livros didáticos de ensino fundamental e médio geralmente apresentam textos superficiais, descontextualizados e disfarçados por imagens coloridas, o que faz do livro didático um recurso com equívocos conceituais, que tem como objetivo facilitar a construção do conhecimento pelos estudantes, mesmo que pra isso seja necessário afastar-se dos conceitos científicos.

Contatou-se também que durante o ato da transposição didática surgem vários distanciamentos de naturezas distintas. E logo estes podem ser classificados como distanciamentos verticais e horizontais.

Os distanciamentos verticais são aqueles necessários para que o aprendizado do aluno seja significativo e, portanto são decorrentes da necessidade da adequação do conhecimento ao nível cognitivo e faixa etária na qual os alunos se encontram. Já os distanciamentos horizontais “não são necessários” neste nível cognitivo, e são utilizados apenas como uma ferramenta facilitadora do ensino, sendo que este em algumas vezes pode atrapalhar o aprendizado posterior do aluno.

Nos livros analisados prevaleceu como distanciamento vertical na explicação da estabilidade adquirida com as ligações químicas, pois nos livros de ensino fundamental e médio os átomos se unem para ficar estáveis. A referência, entretanto diz que ocorrerá uma ligação química se o arranjo resultante dos dois núcleos e seus elétrons tem menos energia do que a energia total dos átomos separados. Logo este distanciamento seria necessário apenas no ensino fundamental e não mais no ensino médio como ocorre frequentemente nos livros analisados.

Já os distanciamentos horizontais detectados não são necessários para os níveis de ensino aos quais são destinados. Entretanto um deles pode posteriormente dificultar a aprendizagem do aluno que é o caso da regra do octeto. Afinal todos os LD de ensino fundamental e médio analisados destacam que uma ligação química ocorre quando os átomos envolvidos estiverem com o octeto completo e que por isso tornam-se estáveis. Enquanto que a referência destaca que a ligação só ocorre se o arranjo final dos átomos envolvidos for mais estável que os mesmo individualmente, levando em consideração características importantes de uma ligação química tais como polaridade e energia.

Logo diante deste quadro de relevante importância ao livro didático, e sua implicação no que se ensina nas salas de aula. Surge um questionamento será que os professores estão aptos a identificar os distanciamentos e as aproximações presentes nos livros didáticos de química, já que estes em alguns momentos podem posteriormente dificultar o aprendizado de novos conceitos pelos alunos.

## VI- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P. e JONES, L.; **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**; tradução Ricardo Bicca de Alencastro, Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARROS, C. e PAULINO, W.; **Ciências: Física e Química**; São Paulo: Ática, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Programa Nacional do Livro Didático 2004. **Guia de Livros Didáticos 1ª. a 4ª. série. V. 2** Brasília: MEC, 2003

CHAGAS, A. P. e AIROLDI, C.; **Os livros textos e alguns aspectos da ligação química**; Química nova; n° 2, abril 1983.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: Del saber sábio enseñado**. 1ª. Ed. Buenos Aires: Aique 1991.

FELTRE, R.; **Química**; São Paulo: Moderna, 2000.

FERNANDEZ, C. e MARCONDES, M. E. R.; **Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química**; Química Nova na Escola; n° 24, Nov. 2006.

FRANZOLIN, F.; **Conceitos de Biologia na educação básica e na acadêmica: aproximações e distanciamentos**; orientação Nelio Bizzo. São Paulo, SP: 2007. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

GEWANDAZNAJDER, F.; **Ciências Matéria e energia**; São Paulo: Ática, 2006.

GOWDAK, D. e MARTINS, E.; **Química e Física (coleção novo pensar)**; São Paulo; FTD, 2006.

LEE, J. D.; **Química Inorgânica não tão Concisa**, Editora Edgard Blucher LTDA. 1997.

LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E. e PINO, J. C. D.; **A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química**. Revista Química Nova, Vol. 24, No. 4, 557-562, 2001.

LOPES, A. R. C.; **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro; edUERJ, 1999.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P.; **Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência?** Química Nova, 17(2), 1994.

SILVA, R. e FRENEDOZO, R. C.; **Mudanças e simplificações do saber científico ao saber a ensinar: uma análise da transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros didáticos de biologia do ensino médio.**

SUBRAMANJAN, N.; FILHO, A. V. M. e SALDANHA, T.C. B.; **Tópicos em ligação química II – sobre o mérito da regra do octeto;** Química nova, 12(3) 1989.

TOMA, H. E.; **Ligação Química: abordagem clássica ou quântica?;** Química Nova na escola, N° 6, Nov. 1997.

TITO, M. P. e CANTO, E. L.; **Química;** São Paulo: Moderna, 1999.

USBERCO, J. e SALVADOR, E.; **Química essencial;** São Paulo: Saraiva, 2001.

ZIMAN, J. **O conhecimento confiável: uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência.** Campinas: Papirup, 1996.