

MODELOS E REPRESENTAÇÕES DA LIGAÇÃO QUÍMICA COVALENTE COORDENADA, ANALISADAS A PARTIR DAS CONCEPÇÕES DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA.

SILVA, Alexandre Barbosa¹ – UEPB
PIRES NETO, João Pessoa² – UEPB

Resumo

Os modelos presentes no campo do conhecimento no ensino das ciências naturais, especificamente no ensino da Química, têm sido objeto de estudos nos diversos níveis de ensino, tendo em vista a sua função estar relacionada às várias formas de descrever as entidades como forma de prover a base para o desenvolvimento dos fenômenos presentes no campo da natureza da ciência. Neste sentido, o presente trabalho examinou os modelos e representações da ligação química covalente coordenada concebida por estudantes concluintes da formação inicial de química de uma instituição de ensino superior no estado da Paraíba, bem como a presença desse modelo nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – 2012-2014 e nos livros indicados na ementa da disciplina Química Geral I adotados na Instituição de Ensino Superior pesquisada. Como instrumento metodológico nesta pesquisa, foi aplicado um questionário semiestruturado aos concluintes do curso de licenciatura em química e analisada a partir da análise de conteúdo. Verificou-se por um lado, a falta de domínio no conteúdo por parte dos estudantes pesquisados e por outro lado, abordagens divergentes quanto às modelagens e terminologias apresentadas nos livros pesquisados, bem como ficou evidente que a formação inicial dos estudantes pesquisados, reforça os conceitos apresentados nos livros didáticos do ensino médio, por mais que os estudantes na sua grande maioria não apontaram a existência das diferentes abordagens na literatura dos níveis: superior e médio. Inferimos que tais constatações comprometem significativamente na compreensão da natureza da ciência e principalmente, nas rupturas conceituais nos diversos níveis de ensino.

Palavras-chave: Modelos. Ligação Química. Formação de Professores.

Introdução

A utilização de modelos no ensino das ciências tem impulsionado vários pesquisadores a discutirem seus alcances e limites no processo de ensino-aprendizagem. (CONCARI, 2001; NARDI e ALMEIDA, 2006; LIMA e NÚÑEZ, 2008; FERRY e NAGEM,

¹ Licenciando em Química. sdpmalexandre@gmail.com

² Mestre em Ensino de Ciências, licenciado em Química, professor Departamento de Química - UEPB. joaoppneto@yahoo.com.br

2009; FRANCISCO JUNIOR, 2010), no ensino da química, os modelos estão presentes com maior veemência por se tratar de uma natureza abstrata, em que os estudantes estão sempre buscando modelar, imaginar, porém, muitas vezes concebendo o todo sem as partes e as partes sem o todo. Nesse sentido Bachelard (1996) assegura que a ciência não deve ficar a *serviço* de analogias, modelos e representações, tendo em vista a formação de obstáculos epistemológicos no processo do ensino-aprendizagem, limitando a compreensão da natureza da ciência, concebendo o abstrato ao concreto, conseqüentemente simplificando o conceito científico.

Ainda nessa perspectiva, Francisco Junior, (2010) comenta que a utilização de modelos no ensino de ciências é primordial à compreensão de abordagens como: modelo atômico, modelo cinético dos gases, entre outros, porém, afirma que os modelos “nunca representam todos os aspectos” (p. 136). Corroborando com Francisco Júnior (2010) Concari (2001) afirma que em geral, um modelo representa a situação real de maneira incompleta, aproximada e sem exatidão, tendo em vista ser mais simples que a “entidade” modelada.

Como forma de aproximar o estudante aos conceitos abstratos relacionados à compreensão dos fenômenos químicos, (BARNEA e DORI, 1996; KISER, 1996; WILEY, 1990; *apud* FRANCISCO JUNIOR, 2010) apontam como estratégia didática ao uso de modelos, recursos como: gráficos computacionais e a representação tridimensional, justificando serem eficazes na capacidade de abstração, tornando um ensino mais questionador e conseqüentemente transformador.

O estudo da ligação química, no ensino médio e superior, traz em seu núcleo formativo abordagens no campo histórico e filosófico, considerando no entanto, o conhecimento prévio que o estudante terá sobre os modelos atômicos, para em seguida, aproximá-los do objeto de estudo – ligação química.

No entanto, percebe-se a primeira vista, que existem deferentes direcionamentos metodológicos, tanto nos livros didáticos, quanto nos livros técnicos científicos, em relação às terminologias empregadas na ligação covalente, denominadas “dativa, coordenada, coordenativa, especial”. Portanto, surgem os seguintes questionamentos: o estudante concludente da formação inicial de química conseguirá relacionar os conteúdos trazidos na literatura dos dois níveis de ensino – médio e superior? Qual a representação da ligação química covalente, denominada de coordenada / dativa, que esse estudante concebe?

Possíveis respostas para tais questionamentos nos conduzirão a uma reflexão crítica, social e epistemológica quanto aos modelos científicos presentes na literatura nos níveis: superior e médio, como também na formação inicial da licenciatura em química, direcionando no espaço dessa pesquisa possíveis debates na inserção de outros conteúdos aqui não tratados e que estão presentes nos livros de química utilizados nos níveis médio e superior.

O presente artigo trará um estudo comparativo, onde serão abordadas concepções de 12 estudantes concluintes da formação inicial de professores de Química em uma Instituição de Ensino Superior (IES) do estado da Paraíba, em relação a representação do modelo de uma ligação química covalente (*dativa*), bem como, análise nos livros de ensino superior e médio quanto à inserção da ligação química covalente e suas representações.

Os critérios das escolhas dos livros didáticos do ensino médio e dos livros técnicos científicos foram: a) a partir dos cinco livros do 1º ano do ensino médio, que fazem parte da coleção aprovada pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio - PNLEM no triênio 2012 – 2014 (BRASIL, 2011), e para a escolha dos livros técnicos científicos, foi a partir dos livros presentes na ementa da disciplina Química Geral I da instituição de ensino superior pesquisada, totalizando seis títulos.

Como instrumento da pesquisa, foi utilizado questionário semiestruturado contendo nove questões, divididos em três blocos: o primeiro relacionado a modelos e analogias na formação inicial; o segundo direcionados ao tema central da pesquisa e o terceiro as estratégias didáticas utilizadas pelos estudantes da formação inicial relacionados ao tema da pesquisa.

O tratamento dos questionários semiestruturados foi feito através da técnica de análise de conteúdo (BAUER 2010). Justifica-se a escolha da análise de conteúdo nesta pesquisa, uma vez que para este autor, a técnica consiste na análise das comunicações, utilizando procedimentos sistemáticos de forma objetiva nas descrições das mensagens. Bem como o desmembramento do texto a ser analisado de modo a formar núcleos comuns.

Desenvolvimento

Será abordada nesse espaço, breve fundamentação teórica sobre o tema pesquisado, de modo a fornecer elementos necessários à discussão e resultados apresentados nesta pesquisa.

Livro didático: recurso necessário à formação do professor

O uso de livros didáticos no ensino fundamental e médio tem sido objeto de pesquisa nos níveis de ensino - graduação e pós-graduação (PRETTO, 1983; MORTIMER, 1988; FRACALANZA, 1993; PIMENTEL, 1998; SPONTON, 2000), nesse sentido, Megid Neto e Fracalanza (2003) mostram que há vários relatos de pesquisadores que ao apontarem nos livros didáticos as deficiências com suas soluções, não têm o retorno esperado por parte das editoras, como também dos autores.

Ainda nessa perspectiva, Freitag, et al, *apud* Lopes (1992) relatam que o livro didático atua como modelo padrão, como forma de autoridade do professor e critério último de verdade, e ainda, o livro didático “parece modelar os professores” (p. 254). Muitas vezes esse apoio se fortalece pela falta de qualidade na bagagem formativa dos professores em dominar certos conteúdos da sua área, no nosso caso na química, tornando o livro didático literalmente um “*mapa da mina*”, ou mapa dos modelos atômicos, das ligações químicas covalentes... dativa? coordenada? Suplantando dessa forma o que Bachelard (1996) denomina de obstáculo pedagógico, em que “o professor não compreende porque o estudante não compreende” (p. 23), desconsiderando o conhecimento prévio do estudante, tratando-os como *tabula rasa*.

Por outro lado, Simões e Oliveira (2006) apontam que a escolha do livro didático está relacionada aos seus saberes, da experiência como aluno, das trocas de conhecimentos com outros professores, bem como com as condições de trabalho.

Para tanto, faz-se necessário o entendimento e reflexão crítica sobre a prática de ensino e a formação inicial desses professores envolvidos no processo ensino/aprendizagem, desvinculadas na relação transmissor/receptor, tornando necessário a “[...] relação teoria/prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo”. (FREIRE, 1996, p. 24)

Formação Inicial em Química: um olhar na continuada

Vários pesquisadores apontam a real necessidade de um ensino pautado em questões epistemológicas, filosófica e cultural no ensino das ciências (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003; CARVALHO, 2004; MATTEWS, 1995). Verifica-se também que a formação inicial, especificamente as licenciaturas têm sido objeto de críticas em relação à falta de uma boa bagagem formativa dos futuros docentes, tanto em relação à prática pedagógica como também ao domínio do conhecimento da própria disciplina, devendo-se basicamente a baixa qualidade

das aulas e a dependência estreita dos livros didáticos (KRASILCHIK, 1987) e acrescenta, “uma das características do mau ensino das Ciências é fazê-lo de forma expositiva, autoritária, livresca, mantendo os estudantes inativos, tanto, intelectual como fisicamente.” (p.54).

Francisco Junior (2010) relata que as compreensões de vários conceitos científicos perpassam por um campo conceitual de nível macroscópico. Ainda nessa perspectiva, o autor relata que para a compreensão do conhecimento químico há três níveis de realidade: macroscópico, microscópicos e simbólico. Nakhkleh (1994) e Garnet, Ganert e Hacking (1995) *apud* Francisco Junior (2010), relatam que os estudantes dos níveis de ensino superior e médio apresentam dificuldades devido o desconhecimento e a incapacidade em transitar pelos três níveis de realidades.

A falta da base epistemológica no ensino de química e a necessidade de um ensino libertador confundem alguns educadores(as) que, na tentativa de prender a atenção dos alunos, *caricaturam* o ensino, tornando menos crítico e, conseqüentemente, concebendo a ciência de forma ingênua. Para Freire (1992) não existe “diálogo no espontaneísmo como no todo-poderosismo do professor”. [...] “O diálogo na verdade, não pode ser responsabilizado pelo uso distorcido que dele se faça. Por sua pura imitação ou por sua caricatura” [...]. (p. 118). Inferimos que práticas nessa perspectiva comprometem significativamente a capacidade do estudante em transitar com segurança nos níveis macroscópicos, microscópicos e simbólico.

Ainda nessa perspectiva, Francisco Junior (2010) afirma que conhecer as principais dificuldades dos estudantes nas formas de representações, como também conhecer a trajetória que os modelos sobre conceitos químicos são construídos, podem subsidiar na elaboração de estratégias de ensino, superando dessa forma, deficiências de aprendizagem.

Nesse sentido, faz-se necessário uma reflexão sobre os resultados pesquisados nos limites desta pesquisa, como forma de subsidiar toda a fundamentação teórica apresentada.

Resultados e Discussão

Serão discutidos nos limites dessa investigação, pontos constatados nas análises dos: questionários semiestruturados; livros didáticos aprovados no PNLEM – 2012-2014; nos livros sugeridos na ementa da disciplina Química Geral I da IES pesquisada, quanto à compreensão da inserção de conteúdo – ligação química covalente “dativa” com abordagens divergentes nos níveis de ensino: superior e médio.

Análise dos questionários semiestruturados

Ao analisar as concepções que os estudantes concluintes da formação inicial de química em exercício na docência, ficaram nitidamente evidenciado a falta de bagagem formativa em relação aos conteúdos específicos da matéria, especificamente em relação ao conceito de ligação química covalente *coordenada/dativa*, esta constatação não será abordada com maior profundidade neste espaço por não ser o objeto central da pesquisa.

Percebe-se também, que mais da metade dos estudantes pesquisados não estudaram na formação inicial de química, assuntos referentes a modelos e analogias, no entanto, os que responderam que haviam estudado, citaram exemplos relacionados à modelos atômicos, em que o modelo planetário esteve presente em todos os exemplos, porém, apenas um estudante confundiu o modelo atômico de J.J. Thomson com o de Rutherford.

Como forma de compreender qual a representação do modelo da ligação química covalente “*dativa*” que os estudantes pesquisados concebem, foi solicitado que os mesmos modelassem a molécula do ácido nítrico (HNO_3). Nesse sentido, verificou-se a partir dos dados que, 25% dos estudantes modelaram à referida molécula utilizando a seta () entre o nitrogênio e o oxigênio, justificando que,

“entre os dois átomos há um compartilhamento de elétrons, no caso quando usa-se a seta, há uma doação de uma nuvem de elétrons” (Est. 1)

“acontece a doação de um par de elétrons de um átomo que se encontra estável para outro que ainda não atingiu a estabilidade e a seta representa essa doação”. (Est. 2)

“A seta representa uma ligação dativa, um dos átomos esta doando dois elétrons para formar a ligação com outro átomo” (Est. 8)

Porém, os que não usaram a seta na modelagem da molécula, correspondendo a 41,7% da amostra, denominaram de “*dativa e coordenada*”, e 16,7% estudantes citaram outra terminologia denominada de “*coodenadativa*”, termo esse encontrado na literatura pesquisada, com correção “*coordenativa*”.

“representa uma ligação dativa ou coordenadativa, nesse tipo de ligação apenas um átomo compartilha o par eletrônico, o outro átomo tem que ter orbitais vazios para receber o par que está sendo compartilhado do outro átomo e também pode representar um ácido-base de Lewis” (Est. 3)

“A seta representa uma ligação coordenada e indica que o par de elétrons que forma a ligação é fornecido por apenas um dos átomos participantes da ligação”. (Est. 4)

“formação de uma ligação coordenativa. Um elemento está doando um par de elétrons e o outro está recebendo” (Est. 7)

Apenas, um estudante fez referência à ressonância,

“significa a ressonância que está ocorrendo entre os átomos para alcançar a estabilidade. Os dois átomos envolvidos na ligação estão transferindo elétrons entre si” (Est. 6)

No universo da pesquisa, três estudantes não justificaram o uso da seta na ligação química, como também a grande maioria dos estudantes não soube modelar a molécula – Figura 1, e ao solicitar que os estudantes elaborassem um plano de aula envolvendo o conceito central da pesquisa, percebeu-se que nenhum estudante pesquisado conseguiram executar a atividade.

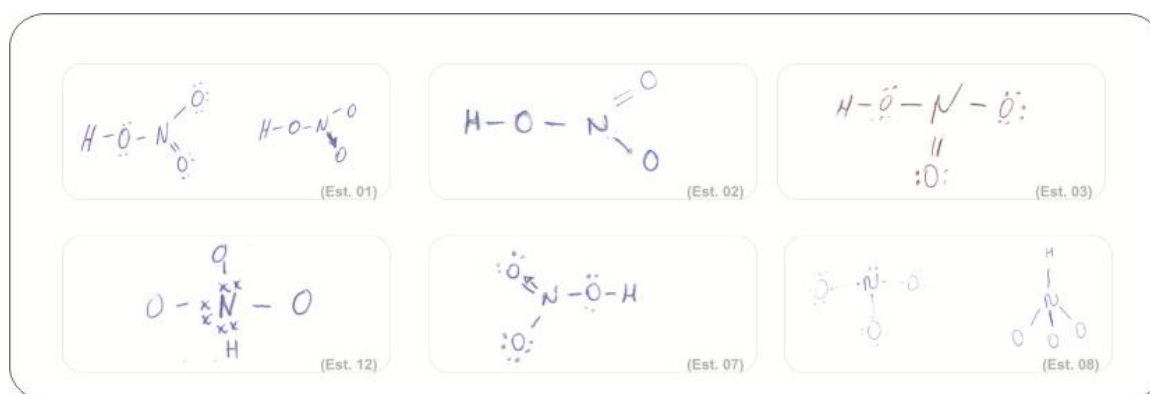


Figura. 1 – Representação da ligação covalente (*dativa, coordenada, coordenativa, especial*) concebida pelos estudantes concluintes da formação inicial de química.

Percebe-se a falta de domínio de conteúdo básico que os estudantes pesquisados apresentaram no âmbito dessa pesquisa, corroborando com essa arguição, Coll (1987) e Gil-Pérez e Carvalho (2003) chamam atenção para o fato de algo que a primeira vista seja aparentemente simples, ou seja, o professor deve conhecer a matéria que vai ensinar, porém, ainda é um obstáculo a ser vencido na formação inicial.

Fica evidente ainda que os estudantes pesquisados na sua grande maioria percebem que o uso da terminologia “dativa” está em desuso no ensino superior, porém ainda presente no ensino médio.

Porém, inferimos que a falta de um ensino crítico e questionador na formação inicial de química, fez com que a grande maioria dos estudantes pesquisados não apontasse a

existências de diferentes tipos de abordagens em relação a modelagem da ligação covalente “*dativa*”, nos livros de ensino superior e médio.

Análise dos livros didáticos

Foram analisados nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM – 2012-2014, as formas de modelagem da ligação química covalente ‘*coordenada*’.

Optamos como forma de análise, buscar núcleos comuns em cada autor, sem necessariamente analisar de forma separada.

No livro pesquisado, *Ser Protagonista*, Lisboa (2010) aborda o assunto em um tópico denominado de ‘Outro modo de compartilhar elétrons’, em que afirma que há a possibilidade de um átomo que esteja com a camada completa compartilhar um par de elétrons com outro átomo, admitindo a ocorrência da ligação covalente sem a participação de um elétron de cada átomo. O autor atribui esse tipo de ligação de **Ligação Coordenada**, porém, na mesma seção, ao apresentar uma tabela mostrando o comportamento dos ametais de cada família da Tabela Periódica em termo da ligação covalente, o autor utiliza o termo **Ligação Dativa**, sem, antes ou depois, fazer menção dessa nomenclatura. No entanto, na representação estrutural da molécula não foi utilizado à seta para representar a ligação coordenada.

Em outra análise, Santos e Mól (2010), ao tratarem de ligações covalente, refere-se a ligação coordenada, afirmando que “os elétrons compartilhados em uma das ligação originam-se de um só átomo” (p. 271). No entanto, ele refere-se à nomenclatura de ligação coordenada, afirmando que antigamente era chamada de *ligação dativa*. Ao representar a formula estrutural dos compostos com ligações coordenadas, os autores não utilizam a seta para representar a ligação coordenada, justificando a não utilização com o seguinte argumento, “[...] representamos as ligações coordenadas por barras, como nas ligações simples, porque, depois de formada, elas são equivalentes, não importando a qual átomo os elétrons compartilhados pertenciam” (p. 273).

No livro analisado ‘Química na abordagem do cotidiano’ Peruzzo e Canto (2010) justifica que a denominação ‘ligação covalente *coordenada ou dativa*’ está presente em alguns livros didáticos do ensino médio, porém, alerta que no ensino da química universitária, o modelo da ligação *dativa* não é usado, enfatizando ser “abominado” e, acrescenta que, “não é necessário, ao escrever uma fórmula eletrônica, esclarecer de que átomo “vieram” os elétrons.” (p. 152) em seguida os autores relatam que não irão dar ênfase a terminologia

“ligação dativa” e nem a sua representação por meio de uma seta. No entanto, percebe-se logo a seguir, três compostos (ácido nítrico, ácido sulfúrico e ácido perclórico) usando a representação do modelo através das setas, como mostra a Figura - 2, remetendo a ligação covalente dativa.

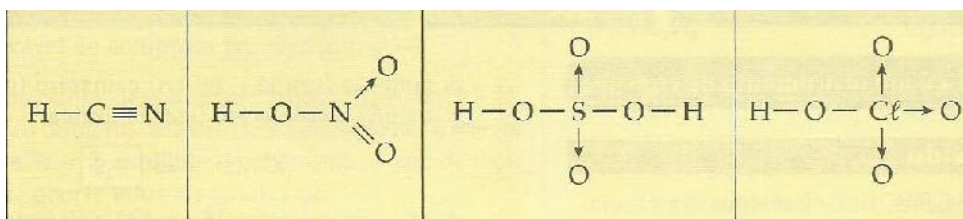


Figura 1 – Representação estrutural da ligação covalente

Fonte: Peruzzo e Canto (2010, p 153)

Já no livro analisado ‘*Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia*’ Reis (2010) não faz referência ao termo ligação coordenada ou dativa, apenas explica que, algumas vezes, o par de elétrons compartilhado na ligação covalente, formada entre dois átomos, é oriundo de um único átomo, afirmando não haver nenhuma diferença nas ligações covalente devido a esse fato. Um ponto que nos chamou atenção em Reis (2010) esteve relacionado a abordagem sobre ressonância, fazendo relação com a ligação covalente, em que ocorre o compartilhamento de um par de elétrons proveniente de apenas um átomo, exemplificando com a molécula do ozônio. A autora não faz uso da seta ao representar a fórmula estrutural das moléculas.

Análise dos livros adotados na disciplina Química Geral I da IES pesquisada.

Foram analisados seis livros técnicos científicos do ensino superior adotados na disciplina de Química Geral da IES pesquisada, quanto a representação e abordagens em relação a ligação covalente (dativa, coordenada, ...)

Verifica-se o uso da terminologia “dativa” nos livros pesquisados (BRADY e HUMISTON, 1986; BUENO, 1978), e ainda para Bueno (1978) denomina esse tipo de ligação química como “*ligação doadora – receptora ou coordenativa*” (p. 102). Inferimos que o termo *coordenativa* encontrado neste livro esteve presente na formação inicial dos estudantes aqui pesquisados, tendo em vista, esse termo ter aparecido em dois momentos.

Para os autores que usam o termo “*coordenada*” (RUSSELL, 1981; KOTZ e TREICHEL, 1998; ATKINS E JONES, 2001), reforçam o conceito presentes em alguns

livros didáticos pesquisados, em que “se o par de elétrons na ligação se originar de um dos átomos que participam da ligação, esta é denominada uma ligação covalente coordenada”. (KOTZ e TREICHEL, 2002, P. 266), no entanto para Russel (1981) esse tipo de ligação é idêntico em todas as propriedades medidas, e justifica o uso da terminologia coordenada ou normal, dizendo que “são apenas termos convenientes para indicar a origem dos elétrons do par compartilhado”. (p. 366).

Quanto à representação da seta para indicar de onde o possível elétron se originou, verificou-se a presença nos livros pesquisados (RUSSELL, 1981; KOTZ e TREICHEL, 1998; BRADY e HUMISTON, 1986), o mesmo este presente entre os estudantes pesquisados (Figura - 1). Inferimos também que a formação inicial dos estudantes pesquisados reforça os conceitos apresentados nos livros didáticos do ensino médio, por mais que os estudantes na sua grande maioria não apontaram a existência das diferentes abordagens na literatura dos níveis: superior e médio.

Considerações finais

A partir das análises e considerações feitas no decorrer desse artigo, percebem-se notadamente, encontros e desencontros no caminho metodológico antecipado pela hipótese refutada, ou seja, ao pretender analisar a representação que os estudantes concebem uma ligação química covalente coordenada, ficou evidenciado a falta de domínio do conteúdo básico na formação em química, dificultando dessa forma uma análise mais direcionada ao tema central da pesquisa. Mesmo diante desse fato, verificou-se a reprodução de abordagens divergentes nos níveis superior e médio, como também a falta de reflexão crítica quanto às diferentes abordagens nesses níveis.

Para alguns livros aqui pesquisados, verifica-se a falta de posicionamento em relação ao tema pesquisado, em outros momentos, apenas emitindo pareceres contrários à inserção de terminologias a exemplo ‘*dativa*’ como também a sua representação por seta.

Inferimos que o posicionamento favorável e ou contra ao determinado modelo de ensino e ou científico no campo do ensino das ciências, conduzirá a uma reflexão crítica e social no processo ensino-aprendizagem, para tanto, sugere-se uma discussão ampliada ao tema, incluindo: a) elaboração de modelos e modelagens, visando minimizar tais distorções; b) atividades que envolvam os limites e alcances da natureza da ciência; c) formação

continuada aos professores de química, visando atividades que favoreçam análises críticas, quanto aos conteúdos trazidos na literatura, perpassando os níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P., JONES, L. L. **Princípios de Química: Questionando o Meio Ambiente**. Artmed Editora Ltda, Porto Alegre, 2001.

BACHELARD, G. (1996). **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto, 1996.

BAUER, M. W. **Análise de conteúdo clássica: uma revisão**. In: Bauer MW, Gaskell G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático, 8 ed. Petrópolis RJ: Vozes; 2010. p.189-217.

BRADY, J.E. e HUMISTON, G. E. **Química Geral**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Volumes 1 e 2. Rio de Janeiro. 2ª Edição, 1986.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 - Física**. Brasília: MEC/SEB, 2011.

BUENO, W; BOODTS, J.F.C; DEGREVE, L; LEONI, F.A. **Química Geral**. Editora Mc Graw Hill Ltda. São Paulo, 1978.

CACHAPUZ, A; GIL-PÉREZ, D; CARVALHO, A.M.P; PRAIA, J; VILCHIS, A. (orgs). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

CARVALHO, A. M. P; Gil-Perez, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 7ª. ed. São Paulo.: Cortez Editora (Coleção Questões da Nossa Época), 2003.

CARVALHO, A. M. P (org). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CONCARI, S.B. **Las teorías y modelos en la explocación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias**. Ciência & Educação, Bauru, v.7, n.1, p.85-94, 2001.

FERRY, A.S; NAGEM, R.L. **Analogias & Contra-analogia: um estudo sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar por meio de um júri simulado**. Experiências em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V4(3), pp. 43-60, 2009.

FRANCISCO JUNIOR, W.E. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 9. ed. – São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____ **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do oprimido.** 13. ed. – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

KOTZ, J. C. e TREICHEL, P. M. **Química e Reações Químicas.** Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A. Vol. 1. Rio de Janeiro. 3ª Edição, 1998.

KRASILCHIK, M. **O professor e o Currículo das Ciências.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

LIMA, A.A; NÚÑEZ, I.B. **O conhecimento pedagógico do conteúdo e os modelos no ensino de química:** caminhos na busca da profissionalização docente. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14., 2008, Curitiba. Atas... Curitiba: ENEQ, 2008.

LOPES, Alice. **Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química:** obstáculos animistas e realistas. Química Nova 15(3), 1992.

MATTHEWS, M.R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências:** A tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.12, n.3, p.164-214, dez, 1995.

MORTIMER. E. F. **A evolução dos livros didáticos da química destinados ao ensino secundário.** Em aberto, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez, 1988.

MEGID NETO, J; FRACALANZA, H. **O livro didático de ciências:** problemas e soluções. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

NARDI. R; ALMEIDA, M.J.P.M (orgs). **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência:** a aula em estudo. São Paulo: Escrituras Edotoras, 2006.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** v.1, 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

PRETTO, N. D. L. **Os livros de "ciências" da primeira a quarta série do primeiro grau.** Salvador, Universidade Federal da Bahia. (Tese de mestrado.), 1983.

RUSSELL, J. B. **Química Geral.** Editora McGraw Hill Ltda. São Paulo, 1981.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (Coords.). **Química cidadã.** São Paulo: Nova Geração, 2010.

SIMÕES, P.M.U; OLIVEIRA, R.T. **Professor e livro didático:** o desafio da construção de uma prática reflexiva. In: BATISTA NETO, J; SANTIAGO, E (orgs). Formação de professores e prática pedagógica. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Ed. Massangana, 2006.