

Investigando o processo de transposição didática externa: o caso do conceito de transformação química.

José Aercio Silva das Chagas, Marcelo Câmara dos Santos.

¹(José Aercio Silva das Chagas^{*}, pesquisador (PQ), professor da Universidade Federal de Pernambuco, Marcelo Câmara dos Santos pesquisador (PQ), professor da Universidade Federal de Pernambuco. Comunicação referente à Tese de Doutorado, orientada pelo Prof.Dr. Marcelo Câmara dos Santos, Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco, 2009. E-mail: aerciochagas9@gmail.com).

Palavras-Chave: Transposição didática, reação química.

Resumo:

Este trabalho objetivou estudar a transposição didática externa (TDE) do conceito de transformação química em manuais do ensino superior e analisar como esse conceito é re-significado, enquanto saber escolar, nos livros didáticos. Utilizamos como aporte teórico a Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1991), a Teoria Antropológica do Didático (Chevallard, 1999) e a noção de organização praxeológica. O exame de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias (organização praxeológica), possibilitou o entendimento e a modelagem do desenvolvimento de conceitos e procedimentos, contidos nas tarefas. Verificamos manifestações da transposição didática externa nos dois planos de análise da investigação. Observamos o envelhecimento de saberes na apresentação da irreversibilidade como critério de diferenciação de reações químicas e transformações físicas; e a necessidade de 'vigilância epistemológica' em função do uso da linguagem informal e próxima do senso comum; e ainda manifestações da noosfera objetivando compatibilizar sistema de ensino e sociedade da época.

Justificativa

A Química, talvez mais que outras disciplinas da área das ciências exatas e da natureza, é expressa de forma codificada tanto no âmbito do saber acadêmico como no domínio do saber escolar. A química é constituída, por exemplo, a partir de símbolos, fórmulas, leis, modelos, teorias e equações que compõem uma extensa rede conceitual. Esse conjunto de saberes é o responsável por tentar explicar, no campo teórico e experimental, o comportamento da matéria do ponto de vista macroscópico, e também microscópico, tomando como referência o enfoque atômico-molecular. Considerando a complexidade que representa o equilíbrio de conceitos, modelos e teorias explicativas, que compõem essa área do conhecimento, e o fato de que a reflexão epistemológica anda de mãos dadas com conhecimento histórico, investigamos um dos conceitos basilares da química: o conceito de transformação química. Ao considerar que existiria também no âmbito da química, como admite Chevallard (1991) no domínio da matemática, uma diferença entre a química da academia¹ e a química ensinada na escola; resolvemos pesquisar a luz da Teoria da

¹ A química da academia, como a matemática, seria impulsionada pela resolução de problemas estabelecidos pela comunidade de pesquisadores e pelas demandas sociais e tecnológicas, no caso da química.

Transposição Didática o processo de mudança por que passou um dos conceitos mais importantes da química como ciência. Decidimos, então, investigar o conceito de transformação química no rol de conteúdos escolares, através dos livros didáticos, tomando como referencial de análise os fundamentos da Teoria da Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991) e a Teoria Antropológica do Didático (CHEVALLARD, 1999). Para tal empreitada, consideramos as diversas determinações epistemológicas, envolvidas na constituição do conceito de transformação química enquanto saber sábio ou universitário, e ainda, o movimento de transposição do conceito supracitado para o cenário da escola. Inserido na linha de pesquisa *Didática de Conteúdos Específicos*, esse estudo, tentou trazer para arena de discussão subsídios que pudessem alargar o debate a respeito da problemática dos saberes. Sua importância reside no fato de investigar modificações, supressões, adaptações que acometem o saber escolar reação química, consistindo numa possibilidade de se verificar a razão de descompassos e lacunas existentes na compreensão do saber transformação química no âmbito da escola através dos manuais ou livros didáticos. É importante que se destaque também que a opção pelos manuais didáticos, dentre os diversos registros textuais do saber que convivem no cenário da escola, ocorreu em função dos mesmos se configurarem como documentos de efetivo poder enquanto fonte primária de dados para nossa investigação. A razão dessa escolha decorre da força que o livro didático tem, no âmbito da relação didática, enquanto fonte de legitimação do saber a ser ensinado. Nesse sentido o texto do saber escolar (texto didático) representa um conhecimento modificado que, em geral, tem um papel relevante na dinâmica da sala de aula. Nessa direção, o saber escolar apresentado no livro didático pode representar um saber transformado e re-interpretado na noosfera, espaço onde acontece a transposição didática externa.

Ancoragem Teórica da Investigação

O suporte teórico e metodológico de nossa investigação é constituído pelos subsídios advindos da Teoria da Transposição Didática (TTD) e da Teoria Antropológica do Didático (TAD). A estrutura de pressupostos teóricos do trabalho é composta por três blocos de fundamentos. No primeiro apresentamos de forma panorâmica o movimento de constituição do conceito de transformação química. Para essa tarefa tomamos como referência algumas ponderações apontadas desde a antiguidade, bem como as contribuições oriundas da elevação da química a condição

de ciência moderna. Como o conceito de transformação química remonta ao século V aC., passando, desse modo, pelas explicações alquímicas, pelas contribuições da filosofia clássica e, ainda, por subsídios de figuras legendárias como Robert Boyle e Antoine Laurent de Lavoisier. O segundo bloco, mais relacionado a Teoria da Transposição Didática, contém as contribuições de Astolfi & Develay (1995); Lopes (1999); Chevallard; Bosch & Gascón (2001); Arzac (1989); e, especialmente, os pressupostos da Teoria da Transposição Didática de Chevallard (1991).

O terceiro bloco, mais relacionado a aspectos metodológicos do trabalho, trata, especificamente, da Teoria Antropológica do Didático de Chevallard (1999). Nele são tratadas as questões relativas à noção de organização praxeológica. Na apresentação da noção de praxeologia, Chevallard (1999), aponta quatro dispositivos constituintes e interdependentes dessa noção: tipos de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias. A praxeologia ou organização praxeológica é constituída, por dois blocos. Um bloco prático/técnico $[T/\tau]$, e outro bloco conhecido como tecnológico/teórico $[/]$. Nessa seção discute-se a importância do bloco relacionado ao saber-fazer, que envolve a explicitação das tarefas e das técnicas utilizadas e, ainda, a relação existente entre o saber-fazer e o bloco tecnológico/teórico, que representa o discurso racional utilizado para resolver a tarefa a partir de certa técnica.

Abordagem Metodológica

A modalidade de pesquisa adotada no curso do nosso trabalho foi documental com a investigação sendo organizada em dois planos de análise que, em conjunto, objetivava identificar o processo de Transposição Didática Externa (TDE) do conceito de reação química.

Procedimentos Metodológicos.

O primeiro plano de análise teve como finalidade analisar as características do saber sábio ou acadêmico, reação química, presente no livro-texto de química geral do 3º grau, bem como analisar possíveis mudanças que o tenham acometido, enquanto saber sábio. A propósito do saber acadêmico é interessante ponderar que sua estabilidade, por exemplo, deve ser compreendida numa perspectiva provisória, pois considerando a dinâmica de constituição desse saber, existe sempre a possibilidade de emergir o debate entre pesquisadores a qualquer instante. Todavia observa-se que desde sua elevação a condição de saber acadêmico, situada, possivelmente, entre o final do século XVIII e início do século XIX, o conceito supracitado pouco se alterou,

ganhando a conformação atual no século XX. Na atualidade a compreensão de como acontecem transformações químicas resulta da articulação de modelos advindos da teoria de valência, da constituição atômica, das interpretações oriundas das teorias mecânico-quânticas da estrutura das substâncias; e também da formação das ligações químicas. Ressaltamos que tomamos como saber sábio, nesse estudo, o conceito de reação química presente na academia, nos cursos de química, a despeito de compreender que a inserção desse saber no ensino superior tenha resultado também de um movimento de transposição didática. A análise proposta buscou caracterizar o conceito de transformação química, no domínio do saber universitário, e para esse fim foram selecionados os seguintes livros do 3º grau: Masterton & Slowinski (1990), Mahan (1995), Hein & Arena (1998) e Brown & Bursten & Lemay (1999).

Ainda nesse plano de análise examinamos as características apresentadas pelo conceito de transformação química no âmbito do saber escolar, tomando para apreciação os manuais didáticos de Feltre (1972, 1994, 2004) todos referentes à 1ª série do ensino médio. A preferência por um único autor decorreu da necessidade de se investigar as possíveis interferências advindas da noosfera² no domínio da obra desse autor. Esse primeiro plano centra-se na análise pragmática do saber reação química presente nos capítulos dos livros-texto de química geral do ensino superior, e dos manuais didáticos do ensino médio. Os critérios levados em consideração nessa análise foram os seguintes: *modo como o conceito de reação química aparece no texto acadêmico e escolar, ou seja, como o conceito é explicitado, que elementos do conceito são apontados; localização do conceito no texto, isto é, capítulos e seções em que o conceito é evidenciado; e modelos/teorias associados ao conceito, ou seja, suporte teórico-conceitual relacionado ao saber reação química, presente na instância do saber acadêmico e do saber escolar.*

O segundo plano de análise de nossa investigação utilizou como suporte metodológico a *Teoria Antropológica do Didático (TAD)*, de Chevallard (1999). Esse plano de análise teve como finalidade a realização de um estudo das organizações praxeológicas do saber reação química no ensino superior, ou seja, do modo como estão organizadas as tarefas, técnicas, tecnologias e teorias, no domínio do livro-texto de química geral usado no 3º grau. Ainda nessa etapa, realizamos a investigação das organizações praxeológicas presentes nos livros didáticos da 1ª série do ensino médio.

² Espaço que congrega professores, elaboradores de propostas curriculares, instituições que debatem o currículo.

A escolha dos livros de 1ª série ocorreu em função de essa série marcar o início da discussão do conceito reação química, tomando como referência aspectos históricos da constituição desse conceito. Na ocasião foram examinados os capítulos dedicados ao estudo das transformações químicas com o objetivo de verificar o processo de transposição didática externa (TDE) do conceito supracitado. Para Chevallard (1999), as tarefas, tipo de tarefas, gêneros de tarefas são artefatos ou seja, são construções institucionais cuja reconstrução, numa outra instituição, uma classe, por exemplo, constitui-se num problema, que segundo o próprio autor, é objeto natural da didática. Daí nossa opção pela utilização da organização praxeológica, enquanto suporte metodológico, em nosso estudo.

Uma tarefa ou tipo de tarefa, no contexto da educação em química, pode ser evidenciado como acontece no domínio da matemática, por meio da utilização de um verbo, como por exemplo: *diferenciar substâncias simples de substâncias compostas a partir de sua fórmula molecular; localizar os diversos elementos químicos em blocos, famílias e períodos da tabela periódica; classificar as reações químicas a partir da energia envolvida na transformação.*

Análise Pragmática dos Manuais do Ensino Superior e Livros Didáticos do Ensino Médio.

Nessa seção, que corresponde ao primeiro plano de análise do trabalho, apresentamos os resultados obtidos através da apreciação dos capítulos dos livros-texto de química geral, que versam sobre o conceito de reação química; e dos capítulos dos livros didáticos da 1ª série do ensino médio, que tratam do mencionado conceito. O conceito de transformação química foi analisado a partir da consideração dos seguintes aspectos: modo como o conceito é estruturado no texto do saber acadêmico e no texto do saber escolar; localização do conceito no texto do saber nas duas instâncias examinadas; e modelos/teorias associados ao conceito no domínio do saber acadêmico e na esfera do saber escolar. No ensino superior foram selecionados os seguintes títulos para análise: Masterton; Slowinski, (1990); Mahan & Myers, (1995); Hein & Arena, (1998); e Brown & Bursten & Lemay, (1999). No ensino médio, por sua vez, foram selecionados três livros, todos referentes à 1ª série dessa modalidade de ensino, os títulos selecionados foram os seguintes: Feltre & Setsuo (1972); Feltre (1994); e Feltre (2004). Tomamos para análise o conceito de reação química, presente no domínio do saber científico, quatro livros de química geral utilizados nos cursos

superiores de Química no Brasil. Escolhemos para exame aqueles manuais de uso mais frequente, no âmbito da disciplina Química Geral. Foram verificadas as ementas de Química Geral das seguintes universidades públicas: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL); Universidade Federal do ABC (UFABC); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal de Roraima (UFRR); Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Análise do Saber Sábio

No primeiro plano de análise relativo ao saber sábio (MASTERTON; SLOWINSKI, 1990; MAHAN & MYERS, 1995; HEIN & ARENA, 1998; BROWN; BURSTEN & LEMAY, 1999), levou-se em consideração uma série de aspectos importantes para o entendimento do conceito de reação química, dentre os quais destacamos: (a) relações de massa existentes nas transformações químicas; (b) trocas de energia; (c) as mudanças presentes na estrutura eletrônica dos átomos envolvidos na reação química. O exame dos títulos mencionados revela indícios de que o saber transformação química, presente na academia, parece se encontrar estruturado de modo estável. E que essa estabilidade parece estar relacionada ao fato do mencionado conceito, além de figurar como um dos pilares em que se assenta o conhecimento químico, ganhar profundidade e alarga-se à medida que discussão avança no âmbito do texto examinado. Vale ressaltar também a maneira como o conceito de reação química é ampliado com a finalidade de permitir a compreensão de diversos domínios da química, tais como: termoquímica, equilíbrio químico, cinética química, eletroquímica. No que diz respeito aos títulos analisados podemos destacar os seguintes aspectos constituintes do conceito: (a) menção a trocas de energia que acompanham as reações químicas; (b) explicitação da estrutura eletrônica externa dos átomos e moléculas envolvidos na reação química; (c) admissão de relações de massa existentes entre reagentes e produtos de uma reação química; (d) admissão da existência do estado inicial, que corresponde às substâncias reagentes da transformação, e do estado final, que corresponde às substâncias produtos de uma transformação química; (e) quebra de ligações e consequente formação de novas ligações durante a transformação química; (f) interação de átomos, moléculas e íons das substâncias reagentes para formação dos produtos da reação química

Análise do Saber Escolar

No primeiro plano de análise relativo ao saber escolar (FELTRE & SETSUO, 1972; FELTRE, 1994; e FELTRE, 2004). A escolha desse título deve-se ao fato do mesmo figurar como manual didático a mais de trinta anos, o que pode propiciar uma análise da evolução do saber escolar no mesmo. Foram considerados os seguintes critérios, nessa etapa: forma como o conceito é estruturado no texto do saber escolar; localização do conceito no texto do saber; e modelos/teorias associados ao conceito de reação química no âmbito do saber escolar. A análise dos manuais revelou aspectos como: *linguagem informal e próxima do senso comum na apresentação do conceito de reação química; destaque para os aspectos macroscópicos como liberação de energia (calor, luz), liberação de gases, mudanças de cor e formação de precipitado, em detrimento de aspectos microscópicos, no âmbito do texto envolvendo reações químicas; apresentação incipiente de elementos como conservação da massa, durante as reações químicas; ênfase na representação e classificação das reações químicas e certo esvaziamento da discussão, do ponto de vista conceitual.* Observamos que o tratamento dado ao conceito de reação química, na esfera do saber escolar, termina por distanciá-lo do saber de referência que lhe deu origem. O movimento de simplificação e aproximação da linguagem do senso comum observado no conceito de transformação química suprime modelos, teorias e leis, que estão na gênese do conceito supracitado.

Análise Praxeológica dos Manuais do Ensino Superior e Livros Didáticos do Ensino Médio.

Esta seção corresponde ao segundo plano de análise, nela apresentamos os resultados obtidos a partir do exame da organização praxeológica presente nos livros-texto de química geral, representantes do saber sábio; e nos livros didáticos de química da 1ª série do ensino médio, representantes do saber escolar. Observe os dois exemplos abaixo, que versam, respectivamente, sobre o saber sábio e saber escolar.

Saber Sábio

MAHAN, B. M. & MYERS, R.J. **Química: Um curso Universitário.** São Paulo. Editora Edgard Blücher. 4ª edição. Tradução: Koiti Araki, Denise de Oliveira Silva, Flávio Matsumoto, 1995.

Tarefa (t₁): Escreva a equação balanceada para combustão do C₃H₄ em O₂ produzindo CO₂ e H₂O.

Técnica (τ): Posicionar as substâncias reagentes, C₃H₄ e O₂, e as substâncias produzidas na reação, isto é, CO₂ e H₂O, ajustando os seus respectivos coeficientes.

Tecnologia (): Utilização do conhecimento a respeito de como são posicionados os reagentes e os produtos numa equação química (representação simbólica da reação química), seguido do ajuste dos coeficientes dos reagentes e produtos da reação química. Isto de maneira que o número de átomos presentes no estado inicial da reação química (reagentes) seja igual ao número de átomos presentes no estado final da reação (produtos).

Teoria (): Fórmulas químicas; Conservação da massa e da natureza dos elementos; Rearranjo dos átomos durante as reações químicas.

O autor propõe essa tarefa com objetivo de fazer com que o estudante revele seu conhecimento a respeito do rearranjo molecular que ocorre durante a reação química de combustão, bem como indique a relação de proporcionalidade existente entre os átomos constituintes de reagentes e os formadores dos produtos da reação, evidenciada no balanceamento da equação química. A tecnologia utilizada para resolver a tarefa consiste no posicionamento correto de reagentes e produtos da reação e no entendimento de que, nas reações de combustão, acontece o reagrupamento dos átomos de elementos químicos; e que, mesmo rearranjados, o número de átomos de elementos químicos presentes nas substâncias reagentes é exatamente igual aquele encontrado nas substâncias produzidas durante a transformação química. Requerer-se-á também do estudante a compreensão de que na combustão do propadieno, representada pela equação química ajustada, C₃H₄ + 4O₂ → 3CO₂ + 2H₂O, teremos a mesma quantidade de átomos de elementos químicos nos reagentes e produtos da reação. O conjunto de teorias necessário para resolver a tarefa é formado por: Fórmulas químicas; Conservação da massa e da natureza dos elementos; Rearranjo dos átomos durante as reações químicas.

Saber escolar

Tarefa (t₁₃): Dada uma seqüência de transformações: I) H₂O_(s) → H₂O_(l); II) CaCO₃ (ação da chuva ácida) → CaSO₄; III) Fe (corrosão) → Fe₂O₃. nH₂O, diferenciar as transformações físicas e as reações químicas.

Técnica (τ): Observar nas equações fornecidas, se ocorre conservação da estrutura molecular da substância (transformação física), ou se a estrutura molecular da substância dada é alterada durante a transformação (reações químicas).

Tecnologia (τ): Reações químicas, representadas simbolicamente, revelam a modificação na estrutura molecular das substâncias, que são quebradas e seus átomos se reagrupam formando novas moléculas; enquanto que fenômenos físicos as moléculas permanecem estruturalmente intactas.

Teoria (τ): conceitos de transformação química e física; representação simbólica das transformações.

O autor propõe essa tarefa objetivando que o aluno diferencie os fenômenos químicos ou reações químicas dos fenômenos físicos. Para isso fornece três equações, representando, respectivamente, a passagem da água do estado sólido para o líquido; a transformação mármore em gesso; e a formação da ferrugem. A técnica a ser utilizada consiste em observar, no domínio das representações simbólicas ou equações fornecidas, se é conservada ou alterada a estrutura molecular das substâncias durante as transformações. A tecnologia que o aluno deverá lançar mão para resolver a tarefa. Nesse caso, o estudante deverá compreender que a primeira transformação representando a mudança de estado físico água, segundo a equação: Gelo [$\text{H}_2\text{O}_{(s)}$] Água líquida [$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$], indica a ocorrência de uma transformação física, pois não há modificação nas moléculas, que continuam sendo moléculas de água. A segunda equação, que representa a transformação do mármore (CaCO_3) em gesso (CaSO_4) pela ação da chuva ácida, segundo a equação: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{Chuva ácida}} \text{CaSO}_4$, indica a existência de uma reação química. A terceira equação, por sua vez, que representa a formação da ferrugem: Ferro [Fe] ferrugem [$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$], também indica a ocorrência de uma reação química. Nessas duas últimas situações observam-se modificações na estrutura das substâncias. O conjunto de teorias utilizado para resolver a tarefa consiste nos seguintes conceitos: transformação química; transformação física; e representação simbólica das reações químicas através de equações químicas.

Considerações Finais

O conceito de reação química, de sua elevação à posição de saber sábio até o presente, incorporou poucas mudanças. Todavia, vale ressaltar que o mesmo ganhou amplitude para permitir a compreensão de diversos conceitos e modelos presentes na

química, enquanto ciência contemporânea. O núcleo mais rígido do conceito de transformação química pouco se alterou ao longo dos anos de consolidação da química moderna. Nesse sentido, a manutenção dessas características, ao longo dos anos, parece sancionar indícios de certa estabilidade do conceito de reação química no âmbito da academia. Observamos, por exemplo, que esse tratamento dado ao conceito de reação química, na esfera do saber escolar, termina por distanciá-lo do saber de referência que lhe deu origem. Esse movimento de simplificação e aproximação da linguagem do senso comum observado no conceito de transformação química suprime modelos, teorias e leis, que estão na gênese do conceito supracitado. Lopes (1993) adverte que movimentos de simplificação terminam, às vezes, banalizando alguns conceitos de tal modo, que esses terminam assumindo significados diferentes em relação aos conceitos originais. Para essa autora, ao invés de se elaborar meios que permitam a compreensão da racionalidade científica, tenta-se aproximar os conceitos científicos da racionalidade do senso comum. Para Rosa & Schnetzler (1998), a ausência de limites que demarquem o nível observável (fenomenológico/macrocópico) e explicativo (atômico-molecular/microscópico) é atribuída a dificuldades dos estudantes, ao tentarem compreender o papel dos modelos teóricos na interpretação dos fenômenos. Chevallard (1991) admite que o saber ensinado seja, necessariamente, diferente do saber de referência que lhe gerou, pois sofre uma série de modificações, supressões e adaptações para poder se tornar escolarizável. Arsac (1989) adverte que, para chegar à escola, o saber sábio precisa ser transformado, necessita ser ~~rebaixado~~ a um dado nível para se tornar ensinável. E que o efeito negativo desse processo de modificação, por que passa o saber, consiste no desaparecimento parcial ou total da identidade do saber de referência. Chevallard (1991), a propósito dessa questão, aconselha que seja necessária a realização do que ele denomina *vigilância epistemológica*, isto é, que se administre a distância entre os dois saberes, de modo que as deformações e as adaptações, por que passam o saber original, não o desfigurem. Para finalizar, gostaríamos de ressaltar que este trabalho, por estar inserido na linha de pesquisa *Didática de Conteúdos Específicos*, procurou trazer para o cenário de discussão subsídios que possam alargar o debate a respeito da problemática dos saberes, no domínio da química, em especial do conceito de reação química, dado a seu caráter de noção relacional no âmbito dessa ciência. Ao investigar o processo de transposição de didática externa do conceito de reação química, tentamos gerar elementos que pudessem ampliar o diálogo entre o campo da

didática e o da química, de modo a estreitar a relação entre os representantes dessas duas esferas, dada a inerente complexidade que constitui, nos dias atuais, o ensinar e aprender, nos diversos campos disciplinares.

Referências

ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. A. **Didática das Ciências**. Papirus, Campinas, 1995.

ARSAC, G. La transposition didactique en mathématiques. Em: ARSAC, G. DEVELAY,

M. & TIBERGHEN, A. **La Transposition Didactique en Mathématiques, en Physique, en Biologie**. Lyon: IREM et LIRDS. 3-36, 1989.

BROWN, T. L. & BURSTEN, B. E. & LEMAY, H. E. **Química: Ciência Central**. 7ª edição. Tradução: Horácio Macedo, Rio de Janeiro: Editora: Livros Técnicos e Científicos . LTC, 1999.

CÂMARA DOS SANTOS, M. O professor e o tempo. **Tópicos Educacionais**. Recife, v.15, 1997.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**, Buenos Aires, Aique, 1991.

_____. BOSCH, M. & GASCÓN, J. **Estudar matemáticas: o elo perdido entre o Ensino e Aprendizagem**. Porto Alegre, Artes Médicas, 2001.

_____. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches em Didactique des Mathématiques**. França, vol 19, nº2, 221-266, 1999.

FELTRE, R. & SETSUO, Y, **Química Geral**. Editora Moderna. São Paulo, 1972.

FELTRE, R. **Química**. Editora Moderna. 4ª edição. Volume 1 (química geral). São Paulo, 1994.

_____. **Química**. Editora Moderna. Volume1, 5ª ed. São Paulo, 2004.

HEIN, M. & ARENA, S. **Fundamentos de Química Geral**. Rio de Janeiro. Editora: Livros Técnicos e Científicos . LTC. 9ª edição. Tradução: Geraldo Gerson Bezerra de Souza e Roberto de Barros Faria, 1998.

LOPES, A. R. C, **Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialistas ao Aprendizado da Ciência Química** *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Brasília*, v. 74, n 177, pág.309-334, maio/ago, 1993.

_____, **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro. EdUERJ, 1999.

LÜDKE, M. ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo. EPU, 1986.

MAHAN, B. M. & MYERS, R.J. **Química: Um curso Universitário**. São Paulo. Editora Edgard Blücher. 4ª edição. Tradução: Koiti Araki, Denise de Oliveira Silva, Flávio Matsumoto, 1995.

MASTERTON, W. L & SLOWINSKI, E. J. **Princípios de Química**. Tradução: Jossyl de Souza Peixoto. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1990

ROSA, M. I. F. P.S & SCHNETZLER, R. P. +Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico+ **Química Nova na Escola**, nº8, p.31-35, 1998.

SILVA DAS CHAGAS, J. A. **Obstáculos epistemológicos encontrados no processo de compreensão do conceito de reação química**. 140 f. Dissertação Mestrado não publicada . Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2001.