

Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química

Marlene Rios Melo e Edmilson Gomes de Lima Neto

Estudos comprovam a importância da concepção adequada do que seja modelo científico. Na química, trabalhamos com diversos modelos e os educandos elaboram modelos mentais que podem ou não se aproximar dos modelos científicos. Neste trabalho, apresentaremos a aplicação de texto e experimento por licenciandos de química da Universidade Federal de Sergipe para uma turma de ensino médio que já tinha sido exposta ao desenvolvimento histórico de modelos atômicos. Nossa análise se concentrou tanto na capacidade dos alunos em utilizar a teoria apreendida em sala de aula no levantamento de hipóteses para explicar fenômenos cotidianos, quanto nas limitações da mediação didática das estratégias de ensino aplicadas pelos licenciandos proponentes da pesquisa, limitações essas analisadas por meio do tipo de Discurso do Professor (Villani e Barolli, 2006) predominante na aplicação da pesquisa.

► modelos atômicos; formação de professores; Discursos do Professor ◀

Recebido em 04/10/2010, aceito em 15/10/2012

112

Aprender ciência significa também entender como se elabora o conhecimento científico, para tanto, é importante considerar que as teorias e leis que regem a ciência não são descobertas feitas a partir da observação minuciosa da realidade, utilizando o chamado método científico, mas sim fruto da construção de modelos e elaboração de leis que possam dar sentido a realidade observada: “[...] a ciência não é um discurso sobre ‘o real’, mas um processo socialmente definido de elaboração de modelos para interpretar a realidade” (Pozo e Crespo, 2006, p. 20).

A observação da natureza permite ao cientista criar modelos e teorias que devem ser testados, por meio de experimentos ou simulações, para conhecer a extensão da aplicabilidade da teoria desenvolvida. Portanto, a ciência não é algo neutro e acabado, mas construída socialmente e em constante evolução, já que alguns modelos teóricos se apresentam com determinadas limitações na explicação do observado macroscopicamente, exigindo que novos

modelos e leis sejam elaborados para explicar além das limitações.

Especificamente no ensino de química, não há uma preocupação com a discussão de como os modelos científicos são construídos e sua importância na compreensão da construção do conhecimento. No máximo, percebe-se uma abordagem equivocada quando da apresentação de modelos atômicos. No entanto, tal discussão é fundamental,

pois a química está baseada em modelos, não somente os atômicos, mas também os moleculares, os de reações, os matemáticos e essa ideia não é contemplada pelo professor, pela maioria dos livros didáticos e, conseqüentemente, pelo aluno. Nas escolas, temos o estudo de moléculas, de reações, mas não de modelos de moléculas, modelos de reações, ficando a sensação de que os químicos trabalham com entidades palpáveis e visíveis, quando na verdade são criações humanas como elucidam Pimentel e Spratley (1971, p. 112):

A observação da natureza permite ao cientista criar modelos e teorias que devem ser testados, por meio de experimentos ou simulações, para conhecer a extensão da aplicabilidade da teoria desenvolvida.

As partículas que mencionamos não podem ser vistas. Os químicos falam de átomos e moléculas como se eles tivessem inventado (e inventaram). Raramente

A seção “Pesquisa no ensino de Química” inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na análise de resultados.

se menciona que átomos e moléculas são apenas modelos, criados e imaginados para serem similares às experiências realizadas nos laboratórios.

Pozo e Crespo (2006) consideram que a concepção inadequada de como o conhecimento científico é elaborado interfere no avanço de uma abordagem construtivista no ensino de ciências:

A ideia de que os átomos, os fótons ou a energia estão aí, fora de nós, existem realmente e estão esperando que alguém os descubra, é frontalmente oposta aos pressupostos epistemológicos do construtivismo. (p. 21)

A concepção inadequada de modelo em sala de aula é observada tanto nos alunos (Maskill e Jesus, 1997), quanto nos professores atuantes e em formação (Melo, 2002). Melo (2002) constatou em sua pesquisa que apenas 18% dos professores entrevistados concebiam o átomo como uma criação científica, sendo que nesse percentual estavam incluídos professores mestrados de uma universidade pública de São Paulo.

Em pesquisa feita com alunos do ensino secundário em escolas da região de Aveiro, Portugal (Maskill e Jesus, 1997), levantou-se concepções e questões apresentadas pelos estudantes durante o estudo de modelos atômicos. As questões mais relevantes foram:

Como as pessoas sabem que o átomo existe se elas não podem vê-lo ou senti-lo?

Como o átomo foi descoberto?

Sendo os átomos tão pequenos, como foi possível para os físicos descobri-los? (p. 133, tradução nossa)

Esses questionamentos, facilmente identificáveis em nossos alunos, demonstram a não compreensão do que é modelo atômico. O aluno entende que o átomo foi descoberto e então estudado, quando na verdade o átomo não foi descoberto, mas sua teoria foi construída.

Uma das razões para as incompreensões de modelos atômicos pode estar relacionada a como os livros didáticos abordam o conceito de modelo, pois esses livros são considerados um dos mais importantes instrumentos didáticos utilizados nas escolas (Lopes, 1992), com consequente efeito nas relações de ensino e aprendizagem, já que a maioria dos professores tem no livro didático um referencial para a elaboração de suas estratégias de ensino.

Os livros didáticos (Feltre, 2005; Peruzzo e Canto, 1998; 2007; Carvalho e Souza, 2007; Nogueira Neto e Dias, 2005) apresentam geralmente a mesma sequência: primeiro um capítulo sobre modelos atômicos, seguido de tabela periódica

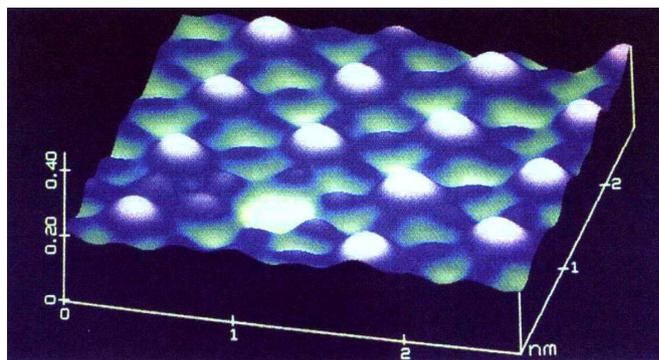


Figura 1: Considera-se que acima são vistos, pelo microscópio de tunelamento, átomos de iodo retidos sobre platina (Peruzzo e Canto, 1998, p. 77).

e, finalmente, ligações químicas. A experiência em sala de aula demonstra que, como consequência dessa fragmentação, o aluno apresenta dificuldade em estabelecer relações entre o modelo atômico, o molecular e o comportamento da matéria. Em outras palavras, ele não sabe utilizar um modelo conceitual e abstrato para compreender fenômenos macro (real e prático) (Maskill e Jesus, 1997), pois relacionar modelo com fenômeno não é uma característica marcante dos livros didáticos tradicionais.

A abordagem inadequada do termo modelo pode ser percebida pelo texto que acompanha a Figura 1.

A associação dessa figura com o conceito de modelo faz com que o aluno aceite o modelo atômico como real e não como uma construção científica e social sujeita a alterações, evidenciando o caráter dinâmico da ciência. Ressaltamos que a figura apresentada é fruto de uma interpretação gráfica, feita por um programa computacional em resposta aos sinais emitidos pelo microscópio de tunelamento e não uma foto dos átomos.

Essa abordagem pode reforçar os *modelos de sentido comum* trazidos pelos alunos para a sala de aula. Tais modelos têm como base um realismo ingênuo, como explicita Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001):

Os modelos de sentido comum se constroem idiossincrasicamente a partir da experiência coletiva no mundo natural e das interações sociais, são eminentemente figurativos, quase pictóricos. (p. 233, tradução nossa)

Algumas possibilidades de modelos de sentido comum são os de aviões, miniaturas que reproduzem os aviões de tamanho real; bonecos como modelos de pessoas; as modelos de passarela; e até mesmo algo no qual o estudante apoie uma conduta (modelo de conduta). A forma como os modelos são percebidos no cotidiano do aluno difere da forma como estes são construídos em ciência. A maioria das concepções

de senso comum refere-se a algo concreto, real, que pode ser até manuseado, enquanto que os modelos científicos são representações da realidade como consideram Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001, p. 233):

[...] os modelos científicos se constroem mediante a ação conjunta de uma comunidade científica, que tem a disposição de seus membros ferramentas poderosas para representar aspectos da realidade.

Para Bunge (1976, p. 12), o modelo científico pode ser entendido como uma construção imaginária:

Um modelo é uma construção imaginária de um objeto(s) ou processo(s) que remete a um aspecto de uma realidade a fim de poder efetuar um estudo teórico por meio das teorias e leis usuais.

Entendemos que os modelos científicos feitos sobre os sistemas são abstrações da realidade. Consequentemente, se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá nas mentes destes suas concepções cotidianas.

A abordagem histórica dos modelos atômicos feita nos livros didáticos também pode gerar incompreensões, não só em relação ao conceito de modelo como também sobre a razão da apresentação de alguns modelos atômicos seguindo uma ordem cronológica não problematizada. Para Chassot (2001, p. 259), essa discussão histórica deveria permitir que o aluno entendesse como evolui o pensamento científico perante uma mesma realidade:

[...] mudam os modelos, mas não a realidade. Temos na verdade uma nova ideia de átomo, ou seja, um novo átomo, para explicar uma realidade que não mudou. A mudança que ocorre é no nosso conhecimento sobre a realidade.

Novamente ressaltamos que o modelo atômico não é uma descoberta, mas sim uma criação científica, que é utilizada para explicar e prever o comportamento macroscópico da matéria. Todo modelo, criação científica, vem apoiado em experimentos, simulações e cálculos matemáticos e, enquanto explicar e prever fenômenos, ele é aceito. No entanto, quando determinados fenômenos não forem mais justificados ou previstos por um determinado modelo, faz-se

necessário a adequação do modelo existente.

Percebemos, na maioria dos livros didáticos, seleções de ocorrências históricas nas quais as conexões necessárias para justificar a discussão dos diversos modelos atômicos não ficam claras. A consequência desse recorte é a conclusão de que um modelo substitui o outro, sendo o anterior pior que o posterior, fazendo o aluno questionar o porquê de não se aprender apenas o modelo correto ou modelo padrão.

Talvez fosse importante adotar uma abordagem histórica na qual o estudante percebesse que não há um modelo correto, mas sim leituras diferentes dos mesmos fenômenos macroscópicos, mostrando o caráter dinâmico da química.

Chassot (1996) considera que a escolha do modelo atômico deve ser feita dependendo de como os átomos modelados serão usados depois. É necessário então ter muito claro como serão abordadas ligações químicas e interações eletrostáticas para que se possa avaliar o modelo mais adequado a ser adotado. Necessariamente esse modelo não precisa ser o mais atual nem único, mas sim aquele(s) que permita(m) a aprendizagem de maneira adequada, possibilitando a relação entre o micro e o macro, entre o imaginado e o visível (Melo, 2002).

Os alunos do ensino médio necessitam perceber que os modelos são construções provisórias e suscetíveis de aperfeiçoamento. Os modelos avançaram para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência. Para o aluno, não fica claro até que momento pode-se ou não trabalhar com um determinado modelo, quando é necessário um conhecimento maior e quais as necessidades reais que levaram à elaboração de um modelo mais aprimorado.

Além das incompreensões de modelos atômicos, fruto de uma abordagem conceitual e histórica equivocada, ao aluno, não é dada a oportunidade de transformar seus modelos mentais em modelos gráficos para a composição da matéria. Estes poderiam ser desenhos elaborados pelos alunos que serviriam tanto para o professor perceber como o aluno cria modelos para a matéria a partir da concepção de modelos atômicos, como discutir sobre qual dos modelos atômicos apresentados seria mais adequado para criar modelos para a matéria, bem como as limitações dessa escolha.

A consequência da não elaboração e discussão sobre modelos para matéria gera dificuldade na compreensão do modelo particulado desta, expressa pela não aceitação do vazio entre as partículas que a compõe.

A abordagem histórica dos modelos atômicos feita nos livros didáticos também pode gerar incompreensões, não só em relação ao conceito de modelo como também sobre a razão da apresentação de alguns modelos atômicos seguindo uma ordem cronológica não problematizada.

Os modelos avançaram para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência. Para o aluno, não fica claro até que momento pode-se ou não trabalhar com um determinado modelo, quando é necessário um conhecimento maior e quais as necessidades reais que levaram à elaboração de um modelo mais aprimorado.

Maskill e Jesus (1997) relatam que os alunos têm especial dificuldade quando pensam sobre o corpo humano. Para eles, é muito difícil aceitar o corpo humano feito de átomos, pois aos seus olhos, o corpo é contínuo e não particulado. Essas questões são relevantes e os professores deveriam propiciar e provocar o surgimento do questionamento de como a matéria se estrutura a partir da compreensão de um modelo atômico.

Outro fator que dificulta a compreensão adequada da elaboração do conhecimento científico, quando da discussão sobre modelos atômicos, é a utilização de analogias tanto pelos livros didáticos quanto pelos professores. As analogias são utilizadas para aproximar modelos abstratos do mundo real do aluno. Um exemplo comum é o uso da analogia do pudim de passas para aproximar o aluno do modelo atômico de Thomson. Souza, Justi e Ferreira (2006, p. 22) demonstraram que nem sempre a analogia é utilizada de forma adequada, muito menos compreendida pelos alunos, pois a maioria deles:

[...] não reconhece as analogias como tal; não reconhece as principais relações analógicas existentes em cada uma delas; não identifica limitações das analogias; não percebe o papel das mesmas no ensino; não entende que elas se referem a modelos atômicos diferentes e não distingue e não caracteriza corretamente esses modelos.

Há ainda analogias que comparam o comportamento do elétron ao das pessoas, como aquela que se utiliza de desenho com várias casas e seus respectivos andares e cômodos. A analogia é a seguinte: cada casa representa o número quântico principal ou nível de energia; cada andar representa o número quântico secundário ou subnível; e cada cômodo representa o número quântico terciário ou orbital (Garofalo, 1997). A utilização dessa analogia também leva o aluno a acreditar que o elétron se movimenta tal qual uma pessoa e que é uma partícula sólida, quando para o modelo em questão, o modelo orbital, o elétron tem um comportamento dualístico (partícula-onda).

O perigo da utilização de analogias para a assimilação de um modelo abstrato é que o aluno tende a raciocinar em termos macroscópicos, podendo levar essas analogias longe demais ao ponto de considerar que o orbital é uma região tão bem definida quanto um apartamento ou que o comportamento do elétron é similar ao de uma pessoa.

Outro fator que dificulta a compreensão adequada da elaboração do conhecimento científico, quando da discussão sobre modelos atômicos, é a utilização de analogias tanto pelos livros didáticos quanto pelos professores. As analogias são utilizadas para aproximar modelos abstratos do mundo real do aluno.

O aluno do ensino médio, ao tomar conhecimento de analogias como as citadas anteriormente, cria uma imagem e o átomo deixa de ser um modelo para ser real, palpável e similar à imagem que a analogia criou, fazendo com que a ideia principal do modelo matemático que deu origem a esse modelo atômico seja distorcida.

Pela dificuldade que os alunos têm em migrar do macroscópico para o imaginado, eles podem estabelecer relações analógicas incorretas quando os limites de cada analogia não ficam bem definidos. Diferentemente, o professor entende o que é modelo e é capaz de migrar com facilidade do macro para o micro, estabelecendo, assim, limites para as analogias e, por isso, acredita erroneamente que o aluno também tenha essa compreensão.

Chassot (1996) cita a Bíblia ao discutir sobre a dificuldade de se fazer modelos adequados para átomos “[...] e dele não farás imagens!”. O aluno do ensino médio, ao tomar conhecimento de analogias como as citadas anteriormente, cria uma imagem e o átomo deixa de ser um modelo para ser real, palpável e similar à imagem que a analogia criou, fazendo com que a ideia principal do modelo matemático que deu origem a esse modelo atômico seja distorcida.

Em função dos problemas levantados quando da abordagem de modelos atômicos em química, acreditamos que os cursos de formação inicial e continuada de professores devem favorecer discussões sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem de modelos científicos e a adequada compreensão de como o conhecimento científico é elaborado. Essas discussões devem considerar:

a) as concepções alternativas e os modelos de senso comum dos alunos no estabelecimento de estratégias de ensino que possibilitem a construção de modelos mentais cada vez mais elaborados e enriquecidos pelo conhecimento científico;

b) as limitações dos livros didáticos, tanto na conceituação de modelo quanto na abordagem histórica, pois não explicitam que, dependendo do fenômeno a ser interpretado, um modelo pode ser mais adequado que outro;

c) que o uso de analogias envolve também a discussão das limitações destas;

d) a necessidade de propiciar a expressão das compreensões dos alunos sobre modelos atômicos e para a matéria. Dessa forma, o professor poderá estabelecer

estratégias que tornem possível a ampliação da visão macroscópica para o mundo invisível da matéria, construído na mente e invisível aos olhos.

Contexto e questões da pesquisa

Em função da necessidade de formar professores de química que levassem em consideração a problemática envolvendo modelos atômicos, iniciamos a disciplina Estágio

Supervisionado em Ensino de Química II, do curso de licenciatura em química na Universidade Federal de Sergipe (UFS), discutindo com os licenciandos a importância do conceito de modelo científico nas relações de ensino e aprendizagem de ciências, como bem esclarece Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001, p. 234. tradução nossa):

*Na verdade, o conceito de **modelo** está recebendo uma maior atenção na epistemologia, seguido, entre outras coisas, das investigações específicas na psicologia da aprendizagem, ciência cognitiva e didática das ciências, que o identificaram como um conceito poderoso para compreender a dinâmica da representação que tanto os cientistas como os estudantes fazem do mundo.*

Tal discussão surpreendeu os licenciandos que cursavam a disciplina, pois estes concebiam o átomo como uma entidade palpável, visível e não construída cientificamente.

Em resposta a essa discussão, dois licenciandos decidiram elaborar e aplicar uma proposta de ensino envolvendo modelos atômicos e utilizando experimentação. Nessa proposta, os licenciandos tentariam fazer com que os alunos produzissem hipóteses, a partir dos seus modelos de senso comum e/ou modelos da ciência erudita (Galagovsky e Adúriz-Bravo, 2001), na explicação de fatos cotidianos como o selecionado: *Como são produzidas as cores dos fogos de artifício?*

As questões mais específicas de pesquisa passaram a ser:

- os alunos de ensino médio elaborariam modelos explicativos para o fato questionado pelos licenciandos utilizando os conceitos ensinados em sala de aula, sobre modelos atômicos, pelo professor responsável pela disciplina?
- os alunos utilizariam as informações de um texto e de um experimento, ambos mediados pelos licenciandos, para aprimorar suas explicações científicas sobre o fenômeno cotidiano, estabelecendo uma relação entre a criação científica (modelos atômicos) e o macroscópico (cor dos fogos)?
- os licenciandos conseguiriam gerar questões para produzir hipóteses e fazer com que os alunos do ensino médio percebessem os limites de aplicação dos modelos atômicos, limites esses discutidos durante a disciplina Estágio Supervisionado II?
- quais as principais dificuldades que os licenciandos encontrariam na aplicação de uma proposta de ensino inovadora, aos olhos deles, e como essa pesquisa melhoraria a prática docente desses licenciandos?

Metodologia de pesquisa

Partindo das questões anteriores, consideramos, como objetivo geral de pesquisa, tentar entender avanços e dificuldades envolvidos no processo de ensino e aprendizagem de modelos atômicos a partir da proposta dos licenciandos de química.

Nossa pesquisa seguiu uma abordagem predominantemente qualitativa, pois nossos dados foram obtidos a partir tanto da fala dos licenciandos como da escrita dos alunos de ensino médio durante a aplicação da proposta de ensino em sala de aula. A análise dos dados coletados em sala de aula foi feita utilizando nossos conhecimentos prévios sobre a problemática envolvida no processo de ensino e aprendizagem de modelos atômicos e, também, os referenciais teóricos (Carvalho, 2006) descritos a seguir.

Nossos sujeitos de pesquisa foram dois licenciandos do penúltimo semestre do curso de Licenciatura em Química da UFS, que elaboraram e aplicaram um projeto de ensino envolvendo modelos atômicos e se dispuseram a relatar, para seus colegas e professora da disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química II, sobre os avanços e as dificuldades na aplicação dessa proposta. Também consideramos como sujeitos de pesquisa os 32 alunos de ambos os sexos, com idade entre 14 e 18 anos, de uma sala de aula da 1ª série do ensino médio de uma escola estadual localizada em Aracaju, durante nove encontros de 45 minutos cada.

Referenciais teóricos

Para análise das respostas dos alunos de ensino médio, utilizaremos o conceito de modelo mental, pois essas representações mentais desempenham um papel explicativo sobre os processos de ensino e aprendizagem como esclarecem Greca e Moreira (2002, p. 32):

A potencialidade deste conceito para a pesquisa em ensino de ciências radicaria, fundamentalmente, na possibilidade de servir de referencial teórico para interpretar as concepções e os modos de raciocínio dos estudantes e, desta forma, abordar com uma fundamentação mais sólida a didática das ciências, fundamentação esta nem sempre presente ou pouco clara tanto nas pesquisas sobre concepções alternativas como nas da mudança conceitual.

O conceito de modelo mental não é único. Nós, em particular, apoiar-nos-emos no adotado por Carrol e Olson (1988), no qual o modelo mental é uma estrutura rica e elaborada, que possibilita ao aluno explicar o que um sistema em estudo

Nossos sujeitos de pesquisa foram dois licenciandos do penúltimo semestre do curso de Licenciatura em Química da UFS, que elaboraram e aplicaram um projeto de ensino envolvendo modelos atômicos e se dispuseram a relatar, para seus colegas e professora da disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química II, sobre os avanços e as dificuldades na aplicação dessa proposta.

contém, como funciona e por que ele funciona, permitindo fazer previsões, através de ações mentais, sobre o funcionamento do sistema, no nosso caso, um fenômeno químico (queima de fogos de artifício).

Como esses modelos mentais são formados nas mentes dos alunos, depende do evento observado. Alguns modelos mentais podem ser formados a partir de processos envolvendo analogias com o mundo exterior. No nosso caso, a formação de modelos mentais explicativos para o fenômeno químico em questão desenvolveu-se também a partir da transmissão cultural ou ensino (Borges, 1997).

Embora a discussão sobre a conceituação de modelos mentais seja ampla e nem sempre consensual, Borges (1997, p. 210) ressalta o que parece ser comum às diferentes concepções desse conceito:

O que parece fundamental nas várias concepções do conceito de modelo mental é a ênfase na ideia de 'rodar' o modelo na imaginação. Isso permite ao usuário falar sobre situações passadas e futuras, permitindo que ele tome decisões, faça previsões e faça inferências sobre o comportamento futuro do sistema representado.

Para identificar os modelos mentais dos alunos, os professores podem utilizar questões gerais, que permita aos alunos expressarem o que observam, como explicam e quais suas previsões sobre um dado sistema em estudo (Borges, 1997). Na nossa pesquisa, essas questões gerais foram expressas da seguinte forma: *Vocês saberiam dizer do que são feitos os fogos de artifício? O que produz cor nos fogos de artifício? Existe alguma relação entre a cor produzida pelos fogos e os átomos que constituem a matéria?*

A identificação dos modelos mentais dos alunos utilizados para explicar por que os fogos de artifício são coloridos, a partir das informações obtidas em sala de aula sobre modelos atômicos, permitirá identificar as compreensões desse tema na explicação de um fenômeno, já que:

[...] os modelos mentais são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos com os quais interagem. Eles servem para explicar o comportamento do sistema, fazer previsões, localizar falhas e atribuir causalidade aos eventos e fenômenos observados. (Borges, 1997, p. 209)

A importância dessa identificação inclui o fato de que aprender ciências implica em assumir modelos mentais cada vez mais elaborados e consistentes sobre fenômenos do cotidiano.

Para análise da atuação dos licenciandos, utilizaremos

Para identificar os modelos mentais dos alunos, os professores podem utilizar questões gerais, que permita aos alunos expressarem o que observam, como explicam e quais suas previsões sobre um dado sistema em estudo (Borges, 1997).

como referencial os Discursos do Professor (Villani e Barolli, 2006). A categoria na qual o discurso é classificado depende da relação entre o professor (agente) e o aluno (o outro), ou seja, não é unilateral:

[...] todo discurso pressupõe um agente – que fala a partir de sua verdade – e um outro -, a quem se destina o discurso, que na estrutura discursiva irá, eventualmente, produzir algo, de acordo com aquilo que o agente lhe demandar. (Villani e Barolli, 2006, p. 157)

E ainda,

[...] o tipo de discurso, bem como seu efeito, dependerá de como se configura a relação entre o agente e o outro. (Villani e Barolli, 2006, p. 157)

Os Discursos do Professor podem ser explicitados pela compreensão de quatro categorias fundamentais:

a) *Discurso do mestre* – caracterizado por uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Ele não presta conta ao Outro nem há possibilidade de contestação por parte dos alunos. Sua posição é de autoridade. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura ou a manutenção do aluno para um novo tipo de atuação ou de cultura.

Nesse caso o signifiante que ocupa o lugar de agente fala da posição de quem tudo sabe; é o discurso de quem não presta conta a ninguém e determina que o outro trabalhe para ele, para produzir aquilo que ele quer. (Villani e Barolli, 2006, p. 158)

Um exemplo do predomínio desse tipo de discurso é quando o professor demonstra para seus alunos que existe o método que propiciará uma aprendizagem adequada do conhecimento científico.

b) *Discurso da universidade* – o professor, quando adota esse tipo de discurso, passa a ser o mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento produzido pelos especialistas. O professor, na perspectiva desse conhecimento, desempenha o papel de guardião para que a verdade do Outro (no caso a Ciência ou Didática ou até a Burocracia) torne-se a lei do

aluno. O efeito desse discurso é introduzir no aluno uma insatisfação ou, ao menos, um confronto com algo perfeito.

[...] o agente encarna um saber, cuja verdade recalcada é “a Lei”, ou seja, algo que é assim, sem justificativa. Isso significa que esse discurso é a mera racionalização a serviço de uma Lei ou de um Dogma. (Villani e Barolli, 2006, p. 159)

Cabe aqui ressaltar a diferença entre o discurso do mestre e o da universidade. No primeiro, o agente (professor) não presta conta a ninguém, de tal forma a não considerar se quer as concepções prévias dos alunos. No da universidade, o professor se compromete com o conhecimento científico e/ou didático-pedagógico, sendo esse comprometimento tão evidente que esse conhecimento passa a ser o agente mediado pelo professor.

c) *Discurso da histórica* – caracterizado pela insatisfação do professor em relação à situação atual e por sua tendência à provocação contínua no campo científico, pedagógico ou dialógico para uma aproximação a um ideal. Podemos identificar essa posição como a de um provocador, cujo efeito no aluno é um avanço no saber. Por exemplo, uma estratégia que explora os conflitos dos alunos para produzir mudanças é uma forma de discurso da histórica nas situações em que atinge o aluno. O professor sinaliza para os alunos que algo está faltando para a maestria e estes se sentem desafiados.

Se o que está em jogo é o ensino do conhecimento científico e o professor opera a partir desse discurso, ele irá colocar em questão o aluno, para que ele produza algo para além de seus conhecimentos prévios, o que até então lhe bastava. (Villani e Barolli, 2006, p. 168)

No nosso caso, a predominância desse discurso deveria ocorrer quando se desejasse provocar os alunos para que estes fossem além da memorização dos modelos atômicos discutidos em sala de aula, sendo capazes de produzir explicações sobre o fenômeno observado por meio da elaboração de modelos mentais que contemplassem aqueles modelos atômicos.

d) *Discurso do analista* – caracteriza-se por procurar favorecer a escolha de uma aprendizagem autônoma por parte do aluno. Podemos identificar sua posição como a de um assessor disponível para orientar e sustentar os alunos em suas iniciativas.

A situação mais simples na qual pode ser encontrado este tipo de discurso é quando o aprendiz já amadureceu em seu processo de aprendizagem e toma a iniciativa de propor ao formador novas situações que este não domina completamente. (Villani e Barolli, p. 170, 2006, grifo nosso)

Coleta e análise dos dados

No primeiro encontro, os licenciandos aplicaram um questionário aos alunos da escola pública a fim de conhecer dados pessoais como idade, localização de moradia, tempo

de estudo, dados das condições econômicas básicas da família. No entanto, essas informações não foram consideradas na análise dos dados.

No segundo contato, foi feita a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos. A turma foi dividida aleatoriamente em quatro grupos, sendo estes repetidos durante todo o projeto. O grupo era composto por oito alunos. O objetivo dessa divisão era promover a interação e o trabalho em equipe, embora as respostas fossem tomadas de forma individual. Ainda nesse dia, foi feito o seguinte questionamento: *o que você entende por átomo?* Os alunos primeiro discutiram com os componentes do seu grupo

e, em seguida, cada um expôs sua ideia em um pedaço de papel entregue aos licenciandos no final do encontro.

Como a demanda dos licenciandos era a produção por parte dos alunos de seus modelos mentais para o conceito de átomo, criado cientificamente e fundamental para a compreensão da química, concluímos que o discurso predominante foi o da universidade, pois os licenciandos eram guardiões de um conhecimento na área pedagógica que contempla um modelo de ensino que leva em consideração as concepções prévias como fundamentais na construção do conhecimento.

Em outras palavras, o predomínio do discurso da universidade deveria provocar um confronto com o saber dos alunos (sujeito) sobre modelos atômicos, levando-os a perceber que havia algo a ser buscado:

[...] é a produção de uma divisão no sujeito que poder a função de acordar o sujeito de suas ilusões de saber, confrontando-o com a realidade de sua ignorância em relação ao saber pretendido. (Villani e Barolli, 2006, p. 167)

No segundo encontro, os pedaços de papéis contendo as respostas foram devolvidos aos alunos para uma melhor discussão com o grupo na elaboração de suas respostas individuais, resultando nas concepções explicitadas na Tabela 1.

Tabela 1: Concepções dos estudantes sobre o que é átomo.

CONCEPÇÕES	PORCENTAGEM DE ALUNOS
É uma massa em forma de bolinhas	27%
Pequena partícula de um indivíduo	15%
Bolinhas de massa muito pequena	35%
Menor partícula da matéria	23%

A maioria dos alunos (62%) comparou átomos a bolinhas e 38% utilizaram o termo partícula. Concluímos, a partir desses dados, que o modelo predominante na mente dos

No segundo contato, foi feita a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos. A turma foi dividida aleatoriamente em quatro grupos, sendo estes repetidos durante todo o projeto. O grupo era composto por oito alunos. O objetivo dessa divisão era promover a interação e o trabalho em equipe, embora as respostas fossem tomadas de forma individual.

alunos era o de Dalton, independentemente de terem sido expostos às explicações dos modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr durante suas aulas de química.

Percebemos que os alunos não concebiam o átomo como uma construção científica, pois não estabeleciam limites para o uso de cada modelo e consideravam o átomo como uma unidade sólida e real. Essa percepção baseou-se no fato de eles não questionarem para explicação de qual fenômeno os licenciandos desejavam a utilização do modelo atômico, pois a escolha do modelo deve ser feita dependendo de como os átomos modelados serão usados. Os alunos consideraram o átomo como uma unidade real e palpável e não um modelo construído cientificamente e com limitações estabelecidas pelo fenômeno a ser justificado.

No terceiro encontro, os licenciandos questionaram os alunos sobre o que estes entendiam por partícula, e as respostas se limitavam ao uso de termo bolinha.

Os licenciandos argumentaram que os alunos não conseguiram expressar além do que já haviam feito. No entanto, não perceberam suas dificuldades em fazer predominar o discurso da histórica, pois este os colocaria na condição de agentes provocadores de uma insatisfação com o modelo apreendido pelos alunos, para que estes se aproximassem de um ideal, ou seja, compreender que o modelo é uma entidade construída cientificamente, abstrata e não palpável.

No quarto encontro, os licenciandos tentaram sistematizar na lousa as informações que os alunos tinham sobre modelo atômico de Dalton, Thomson e Bohr, na tentativa de fazê-los perceber que: cada modelo apresenta limitações na explicação de um dado fenômeno; uma construção histórica mais adequada; a compreensão de como o conhecimento científico é construído e serem capazes de pormenorizar modelos diferentes do de Dalton.

No entanto, nessa sistematização, os licenciandos migraram predominantemente para o discurso do mestre sobre os saberes referentes aos modelos atômicos, pois apresentaram os modelos científicos novamente, acreditando que a forma como abordavam seria mais bem assimilada. Entretanto, a exposição desse conteúdo foi feita como se um modelo tivesse sido substituído por outro sem considerar os limites de cada um e, ainda, desconsideraram as concepções dos alunos na exposição dos conteúdos, ou seja, não conseguiram colocar em prática as propostas levantadas nas aulas da disciplina estágio supervisionado.

A função de provocadores não foi exercida mesmo após constatarem, durante a disciplina de estágio, as limitações em relação à compreensão de modelos atômicos e modelos científicos. A mediação do conhecimento não contemplou formas contundentes de incomodar o saber dos alunos, levando-os a um novo pensar. O que ocorreu foi uma explanação e

A mediação do conhecimento não contemplou formas contundentes de incomodar o saber dos alunos, levando-os a um novo pensar. O que ocorreu foi uma explanação e abordagem histórica tradicional dos modelos atômicos com ausência de questões que propiciassem discussões, ou seja, reproduziram um modelo de ensino contemplado durante toda a sua vida escolar.

abordagem histórica tradicional dos modelos atômicos com ausência de questões que propiciassem discussões, ou seja, reproduziram um modelo de ensino contemplado durante toda a sua vida escolar.

Durante o quinto encontro com a turma, foram feitas as seguintes perguntas:

O que produz cor nos fogos de artifício? Existe alguma relação entre a cor e os átomos que constituem a matéria?

O discurso implícito nessa pergunta era o de provocar algum tipo de conflito em relação ao modelo atômico de Dalton, no qual o átomo é a menor parte indivisível da matéria. Esse modelo seria insuficiente para justificar o fenômeno da produção de luz colorida quando da queima de fogos de artifício, ou seja, os licenciandos tinham em mente a prática predominante do discurso da histórica.

Os alunos discutiram a questão em grupo, resultando nos dados coletados com respostas individuais e resumidas na Tabela 2.

Tabela 2: Concepções sobre causas das cores nos fogos de artifício.

RESPOSTAS	PORCENTAGEM DOS ALUNOS
O que produz as cores são os 'quisuques' (suco de frutas em pó colorido)	28%
Corantes	53%
Substâncias quaisquer	9%
Pólvora colorida	10%

A partir das respostas acima, percebemos que 91% dos alunos vincularam a coloração emitida quando da queima de fogos de artifício à existência de corantes, ou seja, os alunos não justificaram a cor por meio da utilização de modelos científicos, no caso o atômico, pois acreditavam que a cor emitida estava relacionada com a cor das substâncias que compunham o material combustível desses fogos. O conhecimento escolar não foi utilizado

para justificar um fenômeno do cotidiano do aluno, confirmando uma visão substancialista (Mortimer, 1995) da matéria.

Os licenciandos não entenderam porque mesmo após a explanação, feita por eles no quarto encontro, sobre modelos atômicos, esse elo entre o fenômeno e os modelos científicos não foi estabelecido. Eles não perceberam que, durante essa

explanação, muito faltou para o predomínio do discurso da histórica, mas sim o discurso da universidade, praticado também pelas professoras desses alunos. Os licenciandos acreditavam que as questões, formuladas por eles durante o quinto encontro, seriam suficientes para gerar um conflito,

novas questões e um avanço no saber. No entanto, os alunos não foram atingidos e se utilizaram de suas concepções simplistas e não científicas para justificar o fenômeno sobre o qual foram questionados.

No sexto encontro, os licenciandos propuseram a seguinte questão:

Vocês saberiam dizer de que são feitos os fogos de artifício?

Novamente, os licenciandos tentaram praticar o discurso da histórica com essa questão na tentativa de incomodar o saber assumido pelos alunos.

Os dados obtidos a partir das respostas individuais dos alunos, mas fruto de uma discussão em grupo, foram resumidos na Tabela 3.

Tabela 3: Concepções sobre a composição dos fogos de artifício.

RESPOSTAS	PORCENTAGEM DOS ALUNOS
Pólvora, bambu, cordão e 'quisuque', palito de fósforo	30%
Corante, pólvora, cordão e areia	50%
Pólvora, corante ou pólvora colorida, areia, papel crepom e palito de fósforo.	20%

Comparando a Tabela 2 com a 3, os licenciandos confirmaram que os alunos se detiveram nas características macroscópicas e não utilizaram os modelos atômicos apresentados em sala de aula e rediscutidos pelos licenciandos. As explicações dos alunos continuavam apoiadas no fenomenológico, no visível e não nos modelos científicos, no abstrato.

No sétimo encontro, foi utilizado um texto e este foi lido parágrafo por parágrafo pelos alunos e explicitados pelos licenciandos quando questionados sobre termos nele utilizados. Após a mediação da leitura, os licenciandos solicitaram nova leitura individual com posterior discussão entre os elementos do grupo.

Selecionamos uma parte do texto que fazia menção ao modelo de Bohr e que, na opinião dos licenciandos, poderia ser utilizado pelos alunos para justificar a cor dos fogos de artifício:

FOGOS DE ARTIFÍCIO: BONITO PARA OS OLHOS, UM PERIGO PARA AS MÃOS!

[...] As cores produzidas em um show de fogos de artifício podem ser produzidas a partir de dois fenômenos: a incandescência e a luminescência.

A incandescência é a luz produzida pelo aquecimento de substâncias. Quando se aquece um metal, por exemplo, ele passa a emitir radiação infravermelha, que vai se modificando até se tornar radiação visível na cor branca. Isso irá depender de qual temperatura é atingida. Um exemplo de incandescência são as lâmpadas, onde existe um filamento

de tungstênio que é aquecido e passa a produzir luz, a partir da incandescência.

A luminescência é a luz produzida a partir da emissão de energia, na forma de luz, por um elétron excitado, que volta para o nível de energia menos energético de um átomo. Esta é uma característica de cada elemento químico. Ou seja, sais de sódio quando aquecidos, emitem luz amarela, já os sais de estrôncio e lítio produzem luz vermelha, os de bários produzem luz verde e assim por diante. Os fogos de artifício utilizam deste fenômeno e desta variedade, uma vez que há fogos das mais diversas cores. [...]

A utilização do texto tinha como objetivo verificar se ocorreria alguma evolução conceitual no sentido da utilização do modelo particulado da matéria para justificar um fenômeno. Os licenciandos refizeram a pergunta: *O que produz as cores nos fogos de artifício? Existe alguma relação entre a cor e os átomos que constituem a matéria?* As respostas obtidas foram sintetizadas na Tabela 4.

Tabela 4: Concepções sobre coloração dos fogos após leitura do texto.

CONCEPÇÕES	PORCENTAGEM DOS ALUNOS
Produz cor devido a dois fenômenos: incandescência e luminescência causadas por uma substância .	30%
Produz cor porque tem alguma substância nela que dá origem a incandescência e luminescência .	45%
É porque sem energia os fogos não iam produzir cor, pois tem algum composto que produz essa cor.	25%

Os licenciandos perceberam que 75% dos alunos retiraram termos científicos do texto para responder ao questionamento, mas tais termos não foram utilizados da maneira desejada, pois continuaram atribuindo à substância a coloração e não aos elementos que a compõem em função da excitação eletrônica, o que nos remete ao escrito por Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001, p. 232, tradução nossa):

[...] muitas vezes verificamos a declamação de textos memorizados, porém com o passar do tempo aprendizagens aparentemente corretas se desfazem, aparecendo novamente ideias errôneas, não correspondentes ao modelo científico apropriado.

De fato, embora os alunos tenham utilizado termos como incandescência e luminescência, a justificativa, que consta no texto em função da excitação eletrônica, associada ao modelo atômico de Bohr, não foi utilizada como hipótese para justificar a cor.

Novamente os licenciandos tentaram se apoderar do discurso da histórica, pois utilizaram um texto na tentativa de

provocar uma insatisfação com a justificativa macroscópica sobre a coloração, ou seja, a cor dos fogos está associada à cor da substância. No entanto, a forma como mediaram o texto, comum entre professores em formação, demonstra uma expectativa de que a simples leitura do texto permitiria que os alunos chegassem às conclusões desejadas. Entretanto, a leitura deveria ter sido mediada com novas questões e novas provocações para uma melhor compreensão dos significados científicos contidos no texto.

Os licenciandos, de um modo geral, queixaram-se da dificuldade em saber qual questão fazer após uma resposta considerada inadequada aos seus propósitos. Não foram capazes de produzir um retorno com uma nova questão para produzir uma nova hipótese e sentiram-se despreparados para a mediação da leitura.

Nos dois últimos encontros, os licenciandos tentaram fazer nova provocação por meio da utilização de um experimento. Pretendiam que os alunos produzissem hipóteses nas quais os modelos atômicos fossem utilizados na justificativa da coloração nas luzes emitidas pelos fogos de artifício. O discurso da histórica foi planejado, mas só será considerado efetivo se produzir um avanço no saber do aluno.

Resumiremos o procedimento experimental: colocou-se álcool anidro em um cadinho e este foi queimado, produzindo uma chama uniforme. Foram utilizadas três soluções: contendo água e sal de cloreto de bário; água e sal de cloreto de cromo; e água e sal de cloreto de estrôncio. Essas soluções foram colocadas em três borrifadores cobertos com papel fosco. Em seguida, as soluções foram borrifadas em direção a chama, uma por uma. Cada solução produziu uma cor característica, ou seja, a solução de cloreto de bário emitiu chama de coloração rosa, já a solução de cloreto de cromo formou chama de coloração verde e finalmente a solução de cloreto de estrôncio emitiu a cor vermelha.

Os licenciandos fizeram a seguinte questão aos alunos: *Por que as chamas de diferentes sais produzem cores distintas?* Novamente os alunos associaram a coloração da chama com a cor da solução. Eles acreditavam, por exemplo, que se a solução de sal bário emitiu uma coloração rosada, então o sal de bário apresentaria essa cor também.

Os licenciandos mostraram aos alunos que as soluções eram todas incolores. Solicitaram aos alunos a formação de uma nova hipótese para a coloração da chama, mas os alunos, percebendo que erraram, ficaram aguardando dos licenciandos a resposta correta, caracterizando a prática do discurso do mestre, pois nele o professor é o detentor do conhecimento sem possibilidade de contestação por parte do aluno e, de fato, foi o discurso praticado pelos licenciandos.

Quando questionados, durante a disciplina de estágio supervisionado da razão de não terem gerado novas provocações, os licenciandos disseram não saber mais o que fazer para que os alunos entendessem. Consequentemente,

justificaram as diferentes colorações das chamas utilizando partes do texto que relacionavam a cor da chama com a excitação eletrônica. Os alunos não contestaram e aceitaram aquilo como verdade.

Os licenciandos, por falta de tempo, não tiveram a oportunidade de saber se houve uma captura desse discurso percebida por meio de uma atuação nova perante situação similar.

Considerações finais

Percebemos que quando o aluno é questionado sobre o que é o átomo, o modelo mental que prevalece é o modelo de Dalton, embora o aluno não tenha a concepção de que modelo é uma criação científica e não uma entidade real. Esse modelo não é utilizado para pensar a matéria como um modelo particulado, pois as explicações para a coloração dos fogos de artifício foram sempre baseadas no que os sentidos humanos podem perceber, ou seja, a coloração da chama foi associada à coloração dos sais, independentemente dos esforços dos licenciandos para a utilização dos modelos atômicos para explicar esse fenômeno.

Nossa hipótese é de que, como os modelos atômicos são inseridos em uma unidade estanque e não conectada para estabelecer modelos para a matéria e, portanto, para as substâncias, os alunos não conseguiram utilizar os modelos criados para os átomos para fornecer explicações atomistas para um fenômeno cotidiano, ou, ainda, a forma como os conceitos foram abordados não lhes permitiu entender como se constrói ciência e que esta está em constante modificação.

Uma alternativa, talvez, mais profícua seria iniciar o ensino de química pela explicação de como os modelos científicos se constituem historicamente como criações mentais de um mundo invisível. Dessa forma, acreditamos que os alunos melhorariam seus modelos mentais (Borges, 1997) sobre a matéria a partir de modelos atômicos.

Por outro lado, os licenciandos idealizadores da pesquisa aplicada, embora pretendessem agir como provocadores, permitiram a predominância dos discursos da universidade e do mestre, resultando em pouco avanço no saber por parte do aluno, pois:

[...] os efeitos não muito favoráveis associados tanto ao Discurso do Mestre como ao da Universidade devem ser entendidos como resultado do domínio prolongado destes discursos sobre a cena escolar. Quando estabelecidos de maneira eventual ou respondendo a uma situação específica, eles podem, por meio de diferentes efeitos, contribuir para que o aprendiz se mobilize para aprender. (Villani e Barolli, 2006, p. 167)

Os licenciandos não conseguiram estruturar questões e

Percebemos que quando o aluno é questionado sobre o que é o átomo, o modelo mental que prevalece é o modelo de Dalton, embora o aluno não tenha a concepção de que modelo é uma criação científica e não uma entidade real.

mediações pedagógicas que permitissem a expressão dos modelos mentais dos alunos sobre a matéria a partir do que lhes foi ensinado na sala de aula. A pesquisa sobre a própria prática os fez refletir sobre aquilo que consideravam solução para uma problemática tão delicada, como o ensino de modelo por meio do uso da experimentação, instigando-os a novas tentativas futuras, talvez mais profícuas e menos idealizadoras.

Os licenciandos perceberam que a elaboração de modelos mentais pelos alunos na explicitação de um fenômeno químico não ocorre de uma forma abrupta, com uma questão problematizadora, um experimento ou um texto, é necessário elaborar novas questões, pensar novas formas de mediar e persistir no estudo das dificuldades dos alunos, como bem consideram Greca e Moreira (2002, p. 36):

[...] as dificuldades conceituais enfrentadas pelos estudantes em relação a um determinado campo con-

ceitual não podem ser contornadas de golpe – algo assim como tentar a mudança conceitual a partir de uma única situação insatisfatória – senão que elas seriam superadas progressiva e lentamente.

Essa avaliação crítica e reflexiva só foi possível a partir da pesquisa da própria prática, auxiliada pela docente orientadora e seus colegas de licenciatura, permitindo uma visão mais realista sobre a atuação docente desses licenciandos.

Marlene Rios Melo (marlenemelo@terra.com.br), bacharel em Química e Química tecnológica pela Universidade de São Paulo (USP); licenciada em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz, mestre em Química Inorgânica, com linha de pesquisa em Ensino de Química, pela Unicamp; doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela USP, é professora adjunto do Departamento de Química e vinculada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFS. São Cristovão, SE – BR. **Edmilson Gomes de Lima Neto** (netoquim_88@hotmail.com), licenciado em Química pela UFS, é professor de Química em escola particular de ensino médio de Aracaju. Aracaju, SE – BR.

Referências

BORGES, A.T. Um estudo de modelos mentais. *Rev. Investigações em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 3, 1997.

BUNGE, M. *La investigacion científica*. Barcelona: Ariel, 1976.

CARVALHO, G.C. e SOUZA, C.L. *Química: de olho no mundo do trabalho*. São Paulo: Scipione, 2007.

CARVALHO, A.M.P. Uma metodologia de pesquisa para analisar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In. GRECA, I.M. e SANTOS, F.M.T. *Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

CARROL, J.M. e OLSON, J.R. Mental models in human-computer interaction. In. HELANDER, M. (Org.). *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam: Elsevier, 1988.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001. _____ . Sobre prováveis modelos de átomos. *Química Nova na Escola*, n. 3, maio 1996.

FELTRE, R. *Fundamentos da química – química, tecnologia e sociedade*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

GALAGOVSKY, L. e ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos e analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico e analógico. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GAROFALO, A. Housing electrons: relating quantum numbers, energy levels, and electron configuration. *Journal Chemical Education*, v. 74, n. 6, p. 709, 1997.

GRECA, I.M. e MOREIRA, M.A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora. *Rev. Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n.

1, p. 31-53, 2002.

LOPES, A.C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. *Química Nova*, v. 1, n. 3, p. 254-261, 1992.

MELO, M.R. *Estrutura atômica e ligações química – uma abordagem para o ensino médio*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MASKILL, R. e JESUS, H.P. Asking model questions. *Education in Chemistry*, v. 32, n. 5, p. 132-134, 1997.

MORTIMER, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, v. 1, maio 1995.

NAKHLEH, M.B. Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 3, mar. 1992.

NOGUEIRA NETO, A.C. e DIAS, J.R.G. *Química para o ensino médio*. 2. ed. São Paulo: IBEP, 2005.

PERUZZO, F.M. e CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*; v. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1998.

_____. *Química na abordagem do cotidiano*; v. único. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

PIMENTEL, G.C. e SPRATLEY, R.D. *Understanding chemistry*. London: Holden-Day, 1971.

POZO, J.I. e CRESPO, M.A.G. *A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R. e FERREIRA, P.F.M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. *Rev. Investigações em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 1, p. 7-28, 2006.

VILLANI, A. e BAROLLI, E. Os discursos do professor e o ensino de ciências. *Pro-Posições*, v. 17, n. 1, jan./abr./2006.

Abstract: *Teaching and Learning Difficulties about Atomic Models in Chemistry.* Studies show the importance of adequate conception of what is scientific model. In chemistry we work with several models and learners elaborate mental models that may or may not approach the scientific models. In this paper, we present the application of text and experiment a group of high school, which had been exposed to the historical development of atomic models to evaluate the students' ability to use the theory in the classroom captured in the survey of hypotheses to explain everyday phenomena. We try to lift the limitations of the strategies applied by both proponents of undergraduate research required on teacher training course of UFS, as assessed by the mediation of the didactic type of Speeches of the teacher (Villani e Barolli, 2006) prevalent in the application of research.

Key words: atomic models; training of teachers; Speeches of the teacher.