



APROXIMAÇÕES AO MODO DE PRODUÇÃO DA CIÊNCIA: PROPOSTAS DE PROBLEMATIZAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

APPROACHES TO THE METHOD OF SCIENCE PRODUCTION: PROPOSALS OF PROBLEMATIZATION IN CHEMISTRY DIDACTIC BOOKS

**Ms. Ana Cláudia Kasseboehmer¹
Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira²**

¹Departamento de Química/UFSCar, claudiaka@gmail.com

²Departamento de Química/UFSCar, ferreira@dq.ufscar.br

Resumo

A literatura mostra que quando os estudantes são questionados e desafiados, preferem participar de investigações a receber as informações de maneira pronta. Este trabalho propõe-se levantar diferentes formas de problematização presentes nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM. Pode-se dizer que existe uma tendência nos livros didáticos em considerar a participação do educando em sala de aula, ainda que tímidas em alguns casos, há aberturas para problematizações na maioria dos livros apresentados. É necessário que o educador compreenda que o livro didático representa uma importante contribuição, porém não deve ditar a metodologia de ensino a ser utilizada na sala de aula, pois cabe a ele apresentar alternativas ao trabalho docente, como por exemplo, propondo situações problematizadoras.

Palavras-chave: livro didático; problematização; ensino de Química.

Abstract

The literature shows that when students are questioned and challenged, they choose to participate of the research instead of receiving information so ready. This work proposes to raise different forms of problematization in textbooks for chemistry approved in PNLEM. It is possible to say that there is a tendency in the textbooks to consider the participation of the learner in the classroom, although tentative in some cases, there are openings for problems in most of the books submitted. It is necessary that the teacher understands that the textbook represents an important contribution, but should not dictate the methodology of teaching to be used in the classroom because it is part of his job to provide alternative teaching, such as proposing problematizing situations.

Keywords: textbooks; problematization; Chemical teaching.

INTRODUÇÃO

Uma rotina ainda persistente nas escolas é aquela em que os estudantes são postos a memorizar conteúdos escolares descontextualizados da sua vida, os quais são facilmente esquecidos após as provas (CHASSOT, 2003). Essa sistemática leva os aprendizes a se desgostarem do processo de aprendizagem, questionando o sentido do mesmo e frustrando os professores. A resposta para esse descompasso pode estar na maneira com que o conhecimento científico é apresentado em aula. Bachelard (1996) defende que o que ele denomina paciência científica torna-se sofrimento quando não está associada aos interesses de quem está em contato com o conhecimento científico. Por outro lado quando esta paciência está presente, o exercício de pensar cientificamente torna-se “vida espiritual”. Nesse sentido, o conhecimento torna-se interessante quando acontece como resposta a um questionamento.

A literatura mostra que normalmente os problemas são apresentados aos estudantes de maneira tal que aparentam possuir apenas uma solução correta, cuja solução não deixa dúvidas e que não necessita de algumas tentativas para resolvê-lo (GIL *et al.*, 1992). Assim, os estudantes tendem a procurar uma fórmula que se aplique aos dados fornecidos pelo problema, preferindo decorá-las a desenvolver o conceito implícito nela (ESCUDERO e FLORES, 1996). Entretanto, quando os estudantes são questionados e desafiados, preferem participar de investigações a receber as informações de maneira pronta (ESCUDERO e FLORES, 1996; FERNANDES e SILVA, 2004). Além disso, competências atitudinais tais como responsabilidade, autonomia, perseverança, auto-motivação e comprometimento podem ser desenvolvidas.

Escudero e Flores (1996) definem problema como “*aquela situação nova cuja resolução exige criatividade, perspicácia e alguns conhecimentos básicos*”¹. Chassot (2003) sugere a utilização de problemas como estratégia que contribui para alfabetizar cientificamente os educandos. Ratificando o posicionamento dos pesquisadores, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) propõem que os estudantes sejam estimulados a estudar e aprender continuamente. Dessa forma, o foco deixa de ser o da memorização de conteúdos para uma formação que prime pela ética e pelo desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual (PCNEM, 2002).

Se o que se procura é estimular a iniciativa, a crítica e a colaboração, as metodologias de ensino não podem restringir-se ao comportamento passivo do estudante, mas ao desenvolvimento de atividades em grupo, que exigem a participação ativa e requerem a opinião crítica dos mesmos (SACRISTÁN e PÉREZ GÓMEZ, 1998). Assim, o que se espera da educação é que as atividades de ensino sejam focadas no educando, tornando-o sujeito da aprendizagem.

Os livros didáticos podem contribuir para estimular a participação do estudante oferecendo condições efetivas que auxiliem o processo de aprendizagem. Esses momentos podem aparecer nos livros por meio de problematizações que podem ser de quatro tipos: educação pela pesquisa, problematização inicial, propostas de modelos e de investigação, explicitadas a seguir.

I – Educar pela pesquisa

Demo (2002) propõe uma análise comparativa entre educação e pesquisa na qual elenca as seguintes semelhanças entre ambas: buscam o conhecimento como contraposição à ignorância; valorizam o questionamento; visam integrar teoria e prática; primam pela construção/reconstrução do conhecimento; supõe crítica e ética e, condenam a cópia, valorizando o saber pensar e o aprender a aprender.

¹ “aquella” situación nueva cuya resolución exige creatividad, ingenio y algunos conocimientos básicos.

Assim, atividades relacionadas a pesquisas podem ser incorporadas ao âmbito escolar, enriquecendo-o. A sugestão de pesquisas para os estudantes realizarem estimula a participação dos mesmos na busca por informações que são utilizadas em aula para o desenvolvimento do conteúdo. Isto não significa a aquisição direta de conhecimento, uma vez que a transformação de informação em conhecimento dá-se pela incorporação dos conceitos à estrutura cognitiva dos estudantes, a partir da atribuição de significados pelos mesmos (GALAGOVSKY, 2005).

Assim, a pesquisa de dados por parte dos estudantes pode levá-los ao desenvolvimento de algumas habilidades, tais como analisar criticamente diferentes informações; selecionar fontes idôneas e compreender que informações podem ser obtidas em qualquer local, mas que a escola é um ambiente que permite a sua elaboração em conhecimento; estimular o gosto e a curiosidade pela busca de novos conhecimentos, entre outras. Tais habilidades são necessárias especialmente no contexto atual, no qual a crescente democratização do acesso ao ambiente virtual leva os estudantes a terem contato natural com muitas fontes de informação. Perceber a diferença entre informação e conhecimento torna inquestionável a importância da escola.

Sobre a relação entre pesquisa de informações e sua reconstrução em conhecimento, afirma Demo (2002, p.11): “[o conhecimento] deve, no entanto, ser reconstruído, o que significa dizer que inclui interpretação própria, formulação pessoal, elaboração trabalhada, saber pensar, aprender a aprender”.

II – Problematização inicial

No conhecimento prévio do estudante estão contidos o senso comum, a sabedoria popular, as concepções alternativas e toda a bagagem de idéias que o estudante possui quando ingressa na escola. É consenso que estes saberes precisam ser utilizados como ponto de partida na prática pedagógica do professor. Bachelard (1996) denomina esse conhecimento de experiências primeiras com as quais os estudantes podem procurar explicações caso sejam questionados sobre um fenômeno. Essas explicações são conhecidas na literatura como concepções alternativas e constituem um obstáculo à aprendizagem. Bachelard (1996) explica que o processo de aprendizagem - que para ele é o processo de formação do espírito científico - ocorre pela transformação de conhecimentos oriundos do senso comum para explicações e contínuos questionamentos utilizando-se de conceitos científicos. Nesse sentido, Freire (2006) entende que é papel da escola transformar a curiosidade ingênua em curiosidade epistemológica - movida pelo questionamento científico.

Em sala de aula, o conhecimento prévio do estudante pode ser utilizado como fonte de questionamento para introdução do conteúdo a ser ensinado ou sua veracidade pode ser contestada com o objetivo de estimular a discussão entre os estudantes e entre estes e o professor levando-os a defenderem suas idéias e a produzirem argumentos. Ou ainda, como um meio de relacionar o conceito científico àquilo que o educando já possui em sua estrutura cognitiva.

Os conhecimentos prévios devem se tornar fonte de problematização e de conhecimento de sua realidade, configurando-se como um importante instrumento de motivação porque permite aos estudantes perceberem que aquilo que já conhecem possui relação com o conteúdo escolar. Assim, o trabalho do professor não deve limitar-se ao levantamento de quais conhecimentos os estudantes possuem sobre seu tópico de ensino, mas relacioná-lo e retomá-lo sempre que possível. Segundo Chassot (2003, p. 78): “*outra dimensão que merece destaque é o significativo grau de satisfação dos estudantes envolvidos como pesquisadores, pois ao retornar a um mundo do qual são parte descobrem realidades que desconheciam*”.

III – Proposição de modelos

Valendo-se de um conceito intrinsecamente relacionado à produção de conhecimento químico, a proposição de modelos, duas metodologias são apresentadas na literatura: o modelo didático analógico (MDA) e a modelagem. O MDA baseia-se em um tipo de analogia

denominada “pares de representações concretas análogas”, em que se procuram semelhanças entre representações análogas, por exemplo, o olho humano e uma máquina fotográfica. Este modelo constitui-se como uma estratégia didática de construção ativa pelos estudantes dos elementos de base de uma analogia (ADÚRIZ-BRAVO *et al.*, 2005). Segundo Galagovsky (2005), essa metodologia é recomendada quando os estudantes ainda não adquiriram os conceitos necessários para processar uma informação científica. O MDA é desenvolvido em quatro etapas descritas resumidamente a seguir (GALAGOVSKY, 2005):

a) *Momento anedótico*: momento de apresentação da analogia criada pelo professor, na forma de um jogo ou problema.

b) *Momento de conceituação sobre a analogia*: momento de busca de consensos sobre quais foram os conceitos fundamentais utilizados para a resolução do problema.

c) *Momento de correlação conceitual*: a informação científica pode ser apresentada aos estudantes pelo professor ou através de textos de divulgação científica (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

d) *Momento de metacognição*: de maneira individual e depois coletivamente, os estudantes tomam consciência sobre os conceitos conectores que construíram, aqueles que descartaram e sobre as novas relações que aprenderam.

Alguns exemplos de analogias propostas para a utilização de MDA na literatura são uma fábrica como domínio de base para o ensino dos níveis de organização dos seres vivos; fábrica especial para o ensino de conceitos relacionados a doenças genéticas; jogo teórico para o ensino dos níveis vibracionais de moléculas orgânicas no infravermelho (ADÚRIZ-BRAVO *et al.*, 2005); uma casa e os componentes bioquímicos das membranas celulares (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Também se utilizando da construção de modelos por participação ativa dos estudantes, aparece o conceito de modelagem. Ferreira e Justi (2008) explicam que essa proposta metodológica é definida como o processo de elaboração e reformulação de modelos, na qual os estudantes são incentivados a propor e reformular modelos no nível submicroscópico da matéria que sejam capazes de explicar os fenômenos apresentados pelo professor. Mais importante que chegar ao modelo científico mais aceito é o estudante desenvolver a capacidade de pensar em modelos e seu funcionamento, utilizando-os como ferramentas.

As etapas que constituem a construção de estratégias didáticas de modelagem baseiam-se no diagrama “Modelo de Modelagem” e são seqüenciadas, resumidamente, a seguir (MOZZER *et al.*, 2007): levantamento de concepções alternativas; escolha de um fenômeno que seja explicado pelo conceito a ser ensinado para que seja apresentado aos estudantes; separação de material a ser utilizado para que os estudantes expressem os seus modelos mentais; elaboração de questões geradoras; seleção de uma atividade prática para que os estudantes apliquem seus modelos testando-os em termos de previsão e explicação de um fenômeno diferente do qual permitiu a criação do modelo e; escolha de outros fenômenos para serem modelados e explicados pelos estudantes, para verificar a compreensão deles sobre o tema.

É interessante destacar que os trabalhos de modelagem acontecem em grupos, nos quais os estudantes precisam elaborar um modelo que represente as idéias de seu grupo. As autoras explicam que a metodologia possibilita o conhecimento, por parte do professor, dos modelos e conhecimentos prévios dos estudantes, o que geralmente acontecia apenas nas avaliações ao final do processo de ensino. Apesar de novas pesquisas serem necessárias para o aprimoramento da metodologia (FERREIRA e JUSTI, 2008), esta se mostra promissora para aumentar a confiança dos estudantes na própria capacidade de pensar e utilizar suas idéias (MOZZER *et al.*, 2007). Esta estratégia didática já foi aplicada para o ensino de diversos conteúdos de Química, como ligações iônica (FERREIRA *et al.*, 2007) e metálica (MENDONÇA *et al.*, 2006), equilíbrio químico (FERREIRA e JUSTI, 2008), termoquímica (SOUZA e JUSTI, 2008), entre outros.

IV – Método investigativo

O método investigativo consiste na proposição de problemas que sejam significativos aos estudantes para que eles elaborem hipóteses que possam explicar a situação exposta. É importante que eles possuam os conhecimentos relacionados às explicações para os problemas, para que tenham condições cognitivas de elaborar hipóteses.

O objetivo das indagações não é o de avaliar o aprendizado dos conceitos, mas o de permitir que o estudante possa utilizar seus conhecimentos na elaboração de hipóteses que possibilitem explicações para a proposição, não necessariamente condizente com o conhecimento científico atual. Esta estratégia de ensino não é utilizada necessariamente para o ensino de conteúdos, mas sim para que o estudante transponha seus conhecimentos em uma nova situação-problema (AZEVEDO, 2004). A autora explica, ainda, que nessa metodologia, o processo é tão importante quanto o produto do aprendizado.

A literatura apresenta alguns trabalhos relacionados à metodologia investigativa para o ensino de Física e de Ciências (ALFONSO *et al.*, 2004; FERNANDES e SILVA, 2004). Para exemplificar, Gil *et al.* (1992) sugerem que problemas tradicionais podem ser transformados em problemas abertos que permitam a reflexão e a elaboração de hipóteses.

Em relação à utilização de problematizações para a elaboração de hipóteses pelos estudantes, Carrascosa *et al.* (2006) e Gil-Pérez e Valdés-Castro (1996) propõem que os problemas a serem trabalhados devem ser abertos e de um nível de dificuldade adequado à estrutura cognitiva dos estudantes. A metodologia inicia-se com uma discussão coletiva que tem por objetivo atribuir sentido para o estudante, fazendo-se uso da contextualização e de uma característica importante do trabalho científico que é a do questionamento do “óbvio”. A partir da exposição dos conhecimentos prévios pelos estudantes, os mesmos podem elaborar hipóteses que possibilitem a resolução do problema que são então discutidas coletivamente e algumas delas podem ser selecionadas para serem testadas experimentalmente, considerando-se como critérios de escolha, por exemplo, a existência de riscos à segurança. Em seguida, os resultados são analisados e comparados com os obtidos por diferentes grupos, ressaltando-se a dimensão coletiva do trabalho científico. Finalmente, os estudantes são chamados a sugerir novas propostas de investigação, exercitando a criatividade, e a elaborar uma “memória científica” para reflexão e exposição dos conceitos aprendidos para toda a turma, tal como ocorre na produção do conhecimento científico com a busca pela aprovação pelos pares.

No ensino de Química, o foco desses trabalhos é o do emprego da metodologia investigativa em atividades didáticas experimentais (CHAVES e PIMENTEL, 1997; OLIVEIRA e HARTWIG, 2006). Neste caso a metodologia surgiu em contraposição ao método tradicionalmente empregado para aulas experimentais de Química, nas quais os estudantes recebem um roteiro com as instruções a serem seguidas para o desenvolvimento da experiência, que geralmente é de verificação de um conceito ensinado em sala de aula.

Na metodologia investigativa em atividades experimentais, nenhum roteiro é fornecido aos estudantes. A aula inicia-se com uma questão problematizadora, como “*Por que não devemos colocar um limão cortado ao meio emborcado sobre a pedra de mármore da pia da cozinha e nem derramar vinagre sobre ela?*” (CHAVES e PIMENTEL, 1997) ou “*Como determinar a porcentagem de álcool na gasolina?*” (OLIVEIRA e HARTWIG, 2006). Aos alunos são ensinados os conceitos teóricos necessários à discussão da questão problematizadora, como polaridade, porcentagem e regra de três para a questão proposta pelos últimos autores. Os estudantes discutem, em grupo, uma hipótese e uma estratégia de experimentação para confirmar a pertinência ou não da hipótese proposta. Tais trabalhos apresentam resultados satisfatórios em relação à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências atitudinais, como espírito de cooperação, reflexão crítica, auto-motivação e responsabilidade; competências estas que não são observadas em atividades experimentais tradicionais (FERNANDES e SILVA, 2004).

De acordo com a literatura as diferentes maneiras com que problemas podem ser propostos aos estudantes encontram-se sintetizadas no quadro abaixo:

Quadro 1 – Resumo das problematizações possíveis em sala de aula.

Problematização	Objetivo	Inserção nos processos de ensino e de aprendizagem
Educar pela Pesquisa	Propiciar a participação do estudante na busca de informações relevantes.	Introdução ao estudo de um conteúdo.
Problematização inicial	Levantar conhecimentos prévios e/ou despertar a curiosidade do educando.	Introdução ao estudo de um conteúdo.
Proposição de modelos	Estimular a participação do estudante na construção do conhecimento.	Aprendizagem de conceito pelo estudante.
Método Investigativo	Exercitar o pensamento científico a partir da elaboração de hipóteses para um problema.	Após a aprendizagem dos conceitos necessários a elaboração de hipóteses.

As competências atitudinais que os diferentes tipos de problematização podem desenvolver, além do aumento da motivação, precisam ser consideradas pelos educadores. Freire (2006) explica que cabe ao professor utilizar-se de um ou mais instrumentos didáticos para atingir seus objetivos educacionais. Entretanto, o livro didático é o recurso mais comumente utilizado por professores para preparação e condução de suas aulas (TAVARES e ROGADO, 2005), especialmente após a implantação do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM).

Os livros são necessários por fornecerem imagens que representam as dimensões macro e sub-microscópicas dos fenômenos químicos, o desenvolvimento de conceitos químicos bem como exercícios a serem trabalhados. Porém, Loguércio *et al.* (2001) perceberam, através de análises de livros didáticos apresentadas por professores, que estes limitaram a buscar a quantidade de exercícios para vestibular e alguma relação do conteúdo com o cotidiano. Nessas análises, problemas conceituais e epistemológicos não foram identificados, apesar de estarem presentes. Segundo os autores, isso se deve a uma concepção bastante disseminada de que o conhecimento químico apresentado por materiais didáticos é tido como verdadeiro e inquestionável pelos professores. Isso implica que existe uma forte relação entre a abordagem metodológica do livro e aquela desenvolvida em sala de aula.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi o de verificar quais são as categorias de problematização oferecidas pelos livros didáticos aprovados pelo PNLEM e de que forma essas são trabalhadas visando a abertura do estudo do conhecimento químico para a inserção de atividades problematizadoras durante as aulas.

METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se um levantamento sobre os diferentes modelos de problematização presentes na literatura, delineando as quatro categorias de análise, descritas na introdução deste trabalho e sintetizadas no Quadro 1. Em seguida, foi realizado um levantamento nos exemplares de aluno de todos os livros de Química aprovados no PNLEM 2007 (BRASIL, 2006) com o objetivo de verificar a presença de questões problematizadoras. Com base nos dados obtidos, as questões encontradas foram classificadas em uma das quatro categorias de

análise. O levantamento permitiu também que fosse realizada uma análise crítica da estratégia proposta pelo(s) autor(es) para o trabalho a ser desenvolvido com a situação problematizada. Alguns livros didáticos ofereciam sugestões de atividades somente no manual do professor e foram desconsiderados, uma vez que isso geralmente era um indicativo da falta de coerência entre o manual do professor e o livro do estudante. Os livros aprovados no PNLEM 2007 e utilizados nesta análise são (título e editora): A - Química – Moderna; B - Química na Abordagem do Cotidiano – Moderna; C - Universo da Química – FTD; D - Química e Sociedade - Editora Nova Geração; E - Química – Scipione e F - Química – Ática.

RESULTADOS

O quadro 2 apresenta, em síntese, a presença de problematizações nos livros didáticos analisados.

Quadro 2 – Identificação dos tipos de problematização presentes nos livros analisados.

PROPOSTA \ LIVRO	A	B	C	D	E	F
Educar pela Pesquisa	±	∅	∅	▲	▲	∅
Problematização inicial	∅	▲	▲	▲	▲	∅
Proposição de modelos	∅	∅	∅	±	▲	∅
Método Investigativo	∅	∅	∅	±	▲	∅

Legenda: ▲ - item bastante explorado no livro; ± - item pouco explorado no livro; ∅ - item ausente no livro.

Na categoria “Educar pela Pesquisa” buscou-se encontrar propostas de pesquisa ou trabalhos a serem realizados para levantamento de informações em enciclopédias, livros ou produtos comerciais sobre temas de seu cotidiano ou sobre conteúdos de Química.

Os livros B e F não propõem qualquer pesquisa para os estudantes realizarem. O livro C ofereceu sugestões de pesquisas apenas no manual do professor, mas que exigiam também o envolvimento de professores de outras disciplinas, por se tratarem de complexas pesquisas interdisciplinares. Os livros A e D propuseram atividades de pesquisa que tinham por objetivo relacionar o conhecimento químico em estudo e sua presença no cotidiano, diferindo apenas na quantidade de pesquisas sugeridas nos dois livros. Para exemplificar as atividades propostas, foram encontrados trabalhos tais como: a presença da Química no dia-a-dia (Livro A) e a quantidade de lixo que é gerada na própria cidade (Livro D).

O livro E apresenta duas diferentes propostas de pesquisa em todos os capítulos. A primeira delas é similar ao que propõem os livros A e D, como, por exemplo, levantamento junto ao DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) sobre os limites permitidos de álcool no sangue. Outro tipo de pesquisa proposta pelo livro E relaciona-se a atividades práticas. O livro fornece, através de experimentos, informações para que os estudantes deduzam o conceito e com isso construam seu conhecimento. No capítulo 1, por exemplo, há um experimento em que se propõe para o estudante medir a massa (m) e o volume (V) de diferentes amostras de variadas substâncias; a partir dos valores obtidos os estudantes devem fazer as operações de soma, subtração, multiplicação e divisão, quando então é possível compreender que ao dividir o valor de “m” por “V” é que se obtém um valor constante para as amostras de uma mesma substância, inferindo, assim, o conceito de densidade. No capítulo 6 são propostas atividades sobre ocorrência de transformação química e Lei de conservação das massas. Essas atividades obedecem a uma seqüência formada por questões preliminares, procedimento experimental, questões para discussão e finaliza com um texto formalizando e complementando a teoria.

O item “Problematização inicial” é o mais explorado nos livros em geral, estando ausente apenas nos livros A e F. Nos demais, esse recurso é amplamente explorado de diferentes maneiras, utilizando questões relacionadas a fatos do cotidiano ou a conteúdos químicos com o intuito de intrigar e despertar a curiosidade dos educandos, como por exemplo: “*Por que as colas colam?*” (Livro B); “*Por que o gelo é menos denso do que a água?*” (Livro C); “*Todos os materiais são formados por substâncias constituídas por cerca de 90 elementos químicos naturais. Como é possível termos mais de 4000 minerais diferentes?*” (Livro D); “*Será que esse ferro bom para anemia é o mesmo de pregos?*” (Livro E).

Nos livros C e D, essas questões são respondidas imediatamente após a sua formulação. Apesar de contribuírem para estimular a curiosidade dos estudantes, não é dada a eles a oportunidade de refletirem sobre possíveis respostas. Nos livros B e E, entretanto, as respostas a essas questões exigem o estudo do conteúdo químico do capítulo que está se iniciando. Questões propostas dessa forma permitem que o professor utilize-as para levantar os conhecimentos prévios ou possíveis concepções alternativas dos educandos, enriquecendo a aula.

É interessante acrescentar que o livro B, além de apresentar estas questões, inicia alguns dos capítulos com textos que terminam com questionamentos ou propostas de atividade experimental como forma de contextualizar e incorporar a participação do educando. Por exemplo, no volume dois há um pequeno texto que explica que na eletrólise ígnea do NaCl formam-se, em um eletrodo, um gás amarelo-esverdeado e em outro, um metal de cor cinza. Nesse livro, as questões propostas que são extraídas de fenômenos do cotidiano dos estudantes são retomadas ao final do capítulo, apresentando a explicação química para a problematização.

Em relação ao estímulo à proposição de modelos pelos estudantes, somente os livros D e E apresentaram atividades com esse objetivo. O livro D apresenta perguntas que podem ser utilizadas pelo professor como meio de solicitar aos estudantes a elaboração de modelos, entretanto, o próprio livro fornece o modelo logo após o questionamento. Assim, para exemplificar, o livro mostra dois desenhos de substâncias iônicas e pergunta qual é a que representa melhor uma estrutura cristalina; em outro momento, há um experimento para elaboração de modelos sobre por que algumas substâncias misturam-se entre si e outras não. Neste caso, o livro também fornece os modelos.

Já o livro E, alerta os estudantes: “*Nós vamos convidá-lo a exercer sua capacidade de propor seus próprios modelos para explicar os fenômenos da natureza que foram observados. Solte sua imaginação e não se preocupe se seus modelos não coincidirem com os científicos*”. Nesse contexto, no quarto capítulo há, por exemplo, uma série de propostas de experimentos seguidos de um convite para a proposição de modelo para os estados físicos da matéria. Em outro momento, é apresentada a figura abaixo e solicitado aos estudantes que formulem um modelo que explique como a matéria está presente dentro do balão antes e depois de uma transformação física. O modelo científico é apresentado cerca de dez páginas seguintes.

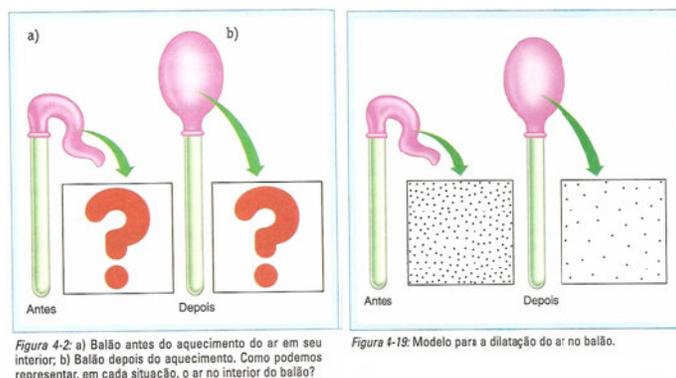


Figura 1 – atividade de proposição de modelo oferecida pelo Livro E.

O livro possibilita ao professor explorar a elaboração de modelos pelos estudantes e o desenvolvimento de habilidades tais como a capacidade de argumentação, de expressão das próprias idéias, a motivação e o aumento da participação do educando em seu processo de aprendizagem (FERNANDES e SILVA, 2004; MOZZER *et al.*, 2007).

A última categoria, “Método investigativo”, foi a menos explorada no conjunto dos livros. Estando ausente em quatro dos seis livros, há uma proposta de investigação prática no livro E e uma proposta de atividade no livro D que se explorada de maneira adequada pelo professor, pode se tornar investigativa. Dessa maneira, no livro D há um quadro chamado “*O Químico é você*” em que são fornecidos dados sobre uma amostra e feitos alguns questionamentos para que o estudante raciocine simulando uma investigação científica.

O livro E sugere algumas atividades que se aproximam do método investigativo e permite a exploração da atividade pelo professor, já que não fornece a resposta imediatamente após o questionamento. Como exemplos, podem ser citados: a discussão em grupo de procedimentos para obter água límpida, potável e pura a partir de água com barro. No capítulo 8 há dois exercícios: “*tente propor um experimento que comprove que o oxigênio do ar é consumido na combustão da vela*” e “*tente propor um experimento que comprove que a combustão da vela produz gás carbônico. Sugestão: o gás carbônico turva a água de cal*”. No capítulo 10 há uma atividade prática “brincando de detetive químico” em que é solicitado ao grupo que elabore um procedimento para identificar seis soluções desconhecidas; o procedimental experimental elaborado por um grupo deveria ser passado a outro.

Os dados apresentados no Quadro 2 permitem que seja feita também uma análise vertical, na qual pode ser verificada a oferta de problematizações por livro, o que é um indicativo do estímulo do livro à participação do educando no processo de aprendizagem. Nesse sentido, pode-se observar que, na análise proposta neste trabalho, o livro F não incentiva a participação do estudante deixando a responsabilidade do desenvolvimento dos conceitos exclusivamente para o professor. Propostas de ensino focadas na atuação do professor refletem uma abordagem tradicional de ensino, o que não significa baixa qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, entretanto, não contribuem para motivar o estudante e valorizar sua participação no processo de aprendizagem.

Os livros A, B e C, por outro lado, avançam no sentido de estimular a participação do educando, entretanto, as atividades propostas relacionam-se à pesquisa ou às problematizações iniciais, atividades estas pertencentes à introdução dos conteúdos. Dessa maneira, caberá ao professor estender ou retomar a contribuição dos estudantes ao longo do estudo dos conceitos químicos, para que o estudante de fato sintam-se envolvidos no processo de aprendizagem.

Já os livros D e E estimulam fortemente o envolvimento dos estudantes durante as aulas, sob duas perspectivas diferentes. O livro D é repleto de espaços nos quais os estudantes discutirão temas polêmicos relacionados ao seu dia-a-dia, como por exemplo, efeito estufa, beleza, alimentos transgênicos, entre outros, com o objetivo de desenvolver uma posição crítica para sua atuação em sociedade enquanto cidadão. Da forma com que o livro está estruturado, os conceitos químicos relacionados a esses temas são trabalhados principalmente pelo professor e permeados pela discussão de temas relevantes social, ambiental ou economicamente. O livro E, por outro lado, centraliza nos processos de ensino e de aprendizagem no estudante, tornando-o sujeito ativo no desenvolvimento dos conceitos. Utilizando-se de problematização em diferentes níveis este livro conduz o educando a concluir os conceitos principais da Química, respeitando a função mediadora do professor e a decisão sobre a necessidade de maiores aprofundamentos.

ALGUMAS REFLEXÕES

Há poucas gerações, a sociedade atribuía à escola um importante status, pois se acreditava que nesse local era possível adquirir informação e conhecimento. Sua atenção focava-se, portanto, no acúmulo de conhecimentos científicos que transmitia aos estudantes (CHASSOT, 2003), numa concepção positivista de educação. Para Sacristán e Pérez Gómez (1998), essa escolarização cumpria o seu papel de preparar os estudantes para o mundo do trabalho e para a vida social, em consonância com a ideologia liberal, de individualismo e conformismo social.

Todavia, a alteração do modelo de sociedade para a sociedade da informação e do conhecimento conduz a um cenário onde é visível e inegável o fato de os estudantes já chegarem à escola cheios de variadas informações (CHASSOT, 2003), o que leva a questionar a necessidade e a importância da escola nos dias atuais. Entretanto, o que se necessita é reorganizar a função social da escola tornando-a coerente com os dias atuais. É consenso dentre as pesquisas educacionais atuais que o estudante não é uma tabula rasa onde o conhecimento é inserido, mas sim um sujeito ativo e também responsável pela sua aprendizagem. Nessa nova perspectiva exigida para o ensino de Ciências, as atividades de ensino devem direcioná-lo a “investigar” o mundo que o rodeia, propor idéias e saber explicar, baseado nas evidências, esse mundo que observa.

Isso mostra que a abordagem quantitativa de conceitos científicos ou a que considera também o desenvolvimento da habilidade de pensar e argumentar conduz a diferentes concepções de educação e de função da escola. Em um caso, privilegia-se a formação de trabalhadores e no outro a transformação da sociedade, por meio do preparo de indivíduos questionadores das estruturas sociais em vigor.

Contribuindo para essa discussão, Galagovsky (2005) defende que seria importante que os professores tomassem consciência dos pontos seguintes: a mera exposição de uma informação geralmente não faz com que os estudantes a transformem em conhecimento; mais informação não significa mais conhecimento, geralmente é o contrário que se observa; os estudantes podem atribuir diversos significados às informações que recebem, muitas vezes não sendo o conhecimento que o professor possuía em sua mente e, finalmente, o conhecimento de um experto não se transmite diretamente à cabeça dos estudantes.

Assim, pode-se dizer que existe uma tendência nos livros didáticos em considerar a participação do educando em sala de aula, pois mesmo que tímidas em alguns casos, há aberturas para problematizações na maioria dos livros apresentados. É necessário que o educador compreenda que o livro didático, apesar de contribuir bastante, não é quem dita a metodologia de ensino a ser utilizada na sala de aula, cabe a ele explorar as problematizações oferecidas. Além disso, é necessário que o professor amplie suas fontes de consulta para o preparo de suas aulas, variando os recursos didáticos e oferecendo atividades alternativas para que o educando sinta-se participante ativo em sua aprendizagem.

Entretanto, nem sempre os professores sentem-se preparados para a participação ativa dos estudantes, estando ainda fortemente presente a abordagem tradicional de ensino. Como dito anteriormente, a metodologia tradicional não é uma maneira equivocada para ensinar conhecimento químico, porém o ensino não pode se limitar a ela, uma vez que hoje se defende que tão importante quanto o ensino dos conceitos científicos são necessários os conhecimentos sobre o modo de produção da ciência (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001) e o desenvolvimento de habilidades de argumentação (CARRASCOSA *et al.*, 2006).

É importante também chamar a atenção para o papel das universidades – na formação inicial e continuada – para a formação de docentes preparados para assumir a posição de problematizadores e condutores da aprendizagem. Kasseboehmer e Ferreira (2007) questionaram egressos de cursos de licenciatura em Química a respeito das estratégias de ensino que eles pretendem utilizar no preparo de suas aulas. Os dados obtidos indicam que 23% dos licenciandos

optariam pelo uso de situações problematizadoras e 19% pelo levantamento de conhecimento prévio, ambas com o objetivo motivar o estudante. Nenhum licenciando indicou a pretensão de conduzir atividades de proposição de modelos ou de investigação para estender a participação do estudante na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências atitudinais.

A elaboração e a aplicação de problematizações devem ser exercitadas no período de formação inicial, para que o docente sinta-se seguro em lidar com as respostas inesperadas e muitas vezes distantes dos modelos científicos aceitos atualmente e saiba conduzir o raciocínio dos estudantes para reelaboração do seu pensamento. Além disso, é papel da universidade também preparar os futuros professores para reconhecer e preparar estratégias de análise de escolha de livro, uma vez que existem propostas metodológicas diferentes nos livros didáticos analisados e elas implicam maneiras distintas de pensar a educação e os processos de ensino e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A. *et al.* Modelo didáctico analógico. Marco teórico y ejemplos. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, 2005.

ALFONSO, C. A. A. *et al.* Familiarización de los estudiantes con la actividad científico-investigadora: método dinámico para caracterizar el movimiento de traslación de un cuerpo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 1, 2004. Acesso em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>> Consultado em: 14 fev. 2007.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Em: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19-33.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **Resultado das avaliações do Programa Nacional do Livro para o Ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2006. Acesso em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/port366_pnlem.pdf>. Consultado em: 8 set. 2008.

CARRASCOSA, J. *et al.* Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago, 2006.

CHASSOT, A. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

CHAVES, M. H. O.; PIMENTEL, N. L. Uma proposta metodológica para o ensino de ácidos e bases numa abordagem problematizadora. Em: **I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia. Anais do I ENPEC, 1997.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. 5ª ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

ESCUADERO, C.; FLORES, S. G. Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, 1996. Acesso em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Consultado em: 14 fev. 2007.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, 2004. p. 45-58.

FERREIRA, P. F. M. *et al.* Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: análise em uma estratégia de ensino. Em: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, 2007.

- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y Analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.
- GALAGOVSKY, L. Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, 2005.
- GIL, D. *et al.* La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, v. 6, p. 73-85, 1992.
- GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS-CASTRO, P. La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 22, p. 155-163, 1996.
- KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Debates sobre a preparação de uma aula por licenciandos em Química das universidades públicas do Estado de São Paulo. Em: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, 2007.
- LOGUÉRCIO, R. Q. *et al.* A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
- MENDONÇA, P. C. C. *et al.* “Ligando” as idéias dos alunos à realidade científica – uma proposta de ensino de ligações metálicas através da modelagem. Em: **XIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Campinas. Anais do XIII ENEQ, 2006.
- MOZZER, N. B. *et al.* Proposta de ensino para introdução ao tema interações intermoleculares via modelagem. Em: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, 2007.
- OLIVEIRA, R. C.; HARTWIG, D. R. *Processamento de informações e o ensino experimental de Química*: uma análise inicial. Em: **XIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Campinas. Anais do XIII ENEQ, 20067.
- PCNEM. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e Transformar o Ensino**. Trad. Ernani F. da Fonseca Rosa. 4^a ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- SOUZA, V. C. de A.; JUSTI, R. Discutindo a energia envolvida nas transformações químicas através de uma nova proposta de ensino utilizando a modelagem. Em: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba. Anais do XIV ENEQ, 2008.
- TAVARES, L. H. W.; ROGADO, J. A história das ciências e os seus fundamentos históricos, epistemológicos e culturais no livro didático de química: o conceito de substância. Em: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru. Atas do V ENPEC, 2005.