

Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância

Leandro Henrique Wesolowski Tavares

Universidade Estadual Paulista. Brasil. E-mail: lhtavare@yahoo.com.br

Resumo: Os livros didáticos de Química brasileiros acabam sendo determinantes no processo de ensino-aprendizagem, exercendo influência quanto as concepções de Ciências e de conhecimento científico construídas pelos estudantes. Assim, esse trabalho investigou como os livros didáticos de Química do Brasil vêm trabalhando com o conceito de substância. A análise, discussão e sistematização das informações seguiram determinações qualitativas de pesquisa e técnicas de análise de conteúdo. Constatamos que os livros, em geral, pouco exploram a perspectiva histórica. Assim, acreditamos que os livros didáticos devem considerar as contribuições da História da Ciência na abordagem dos conceitos químicos, constituindo-se em um enfoque de ensino significativo à aprendizagem ao mostrar as transições do conhecimento científico, possibilitando uma aprendizagem mais rica, complexa e significativa aos estudantes.

Palavras-chave: Livros didáticos, substância, História da Ciência

Title: Possibilities of Conceptual Deformation in Brazil's Chemistry Textbooks: the Concept of Substance

Abstract: Brazil's Chemistry Textbooks are decisive in the process of teach-learning. They exert influence in the students' conception of Science and scientific knowledge. This way, this project researched how Brazil's Chemistry Textbooks have been working the substance concept. The analysis, discussion and systematization of the information followed qualitative determinations of research and analysis' techniques of content. We evidence, in general, that Chemistry textbooks explore not much of the historical perspective. We believe that textbooks must consider the contributions of the History of Science in the chemistry concepts teaching. It consist a significant focus in learning process when it shows the transitions of the scientific knowledge, enabling a richer, complex and significant learning for the students.

Keywords: Textbooks, chemical substance concept, History of Science

Introdução

O cenário educacional brasileiro revela estudos freqüentes sobre o livro didático (Rogado, 2000; Araújo Neto; Santos, 2001; Loguercio; Samrsla; Del Pino, 2001; Megid Neto; Fracalanza, 2003; Carneiro, Santos; Mól, 2005). Essas investigações são alvo de interesse devido ao papel atribuído ao livro. Conforme Carneiro, Santos e Mól (2005), o livro didático é o

recurso mais utilizado no ensino de Ciências, apesar da existência de vários materiais curriculares e dos avanços tecnológicos realizados. Assim, Araújo Neto e Santos (2001) enaltecem ao livro a essencialidade nas práticas pedagógicas e aquisição de saberes nas instituições escolares.

Sua importância é indiscutível. Porém, precisamos nos afastar de uma prática pedagógica baseada unicamente no livro didático, pois o tempo utilizado para estudos com o livro didático pelos estudantes americanos é muito elevado. Cerca de 75% do tempo que os alunos estudam na escola e 90% do tempo utilizado para estudos em casa são orientados pelo livro didático como única fonte de conhecimento (Apple, 1995 apud Loguercio; Samrsla; Del Pino, 2001).

Na mesma linha, Rogado (2000) relata que ainda é muito grande o número de professores que faz do livro-texto a única e "verdadeira" fonte de informações, buscando em seu critério de organização a forma para desenvolver os conteúdos.

Reforçando esses olhares, Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001, p. 561) enfatizam o quanto se tornou importante e indispensável para os professores de Ciências (Química) o uso do livro didático para o estudo e preparação de suas aulas, servindo como um roteiro a ser seguido sem questionamentos. A pesquisa desses autores foi realizada com professores e educadores do Rio Grande do Sul (Brasil), mas acaba refletindo uma realidade nacional. Sobre os livros, os últimos ponderam:

Sabe-se que, com a intensificação do trabalho do professor e as adversidades que tornam os saberes de sua prática difíceis de serem gerenciados, os recursos literários são os refúgios que acabam por definir a ação docente, e percebeu-se, através dessa análise, que esses refúgios são pouco ou nada contestados. A "escolha" de livros limita-se a questões econômicas, práticas e estéticas, enquanto que questões sociais e epistemológicas são desconhecidas e o currículo continua sendo pouco problematizado.

Evidenciamos como algo muito sério o fato de questões sociais e epistemológicas serem raras ou estarem ausentes nos livros didáticos - talvez, consideradas irrelevantes. Afinal, ao apresentar temas químicos sem uma relação social e histórica, além de tornar pouco significativo o aprender desses temas, acaba causando o desinteresse discente, pois a ele é apresentado algo bastante distante do mundo real.

Aliás, é de grande relevância buscar a compreensão de como os conteúdos apresentados pelo livro didático vem sendo trabalhado com os estudantes, uma vez que a principal fonte de informações e estudos, tanto dos alunos quanto dos professores em atividade, ainda é tão somente o livro didático (Rogado, 2000).

Em relação ao livro didático, adotado de forma generalizada pelos professores, geralmente, mostra-se inadequado no tratamento pedagógico e científico, trazendo inúmeros conceitos e observações - algumas vezes incorretos - prontos e desvinculados do mundo real, íntimo e concreto do educando (Rogado, 2000, p. 12).

Ferreira e Justi (2004) apresentam uma análise quanto a abordagem do DNA em livros didáticos de Química e Biologia utilizados por professores de Belo Horizonte (Brasil). Segundo as últimas, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 2000) apontam que essa temática pode permitir a abordagem da relação entre progresso científico e avanço tecnológico, possibilitando apresentar o conhecimento científico como constructo humano de determinado contexto histórico-social, que sofre mudanças num processo não linear.

Porém, o trabalho desenvolvido nesses livros apresenta o período histórico do DNA de forma breve, limitada e linear, nenhuma citação histórica é relatada nesses livros analisados. Assim, a abordagem do DNA apresenta-se nos livros como superficial e ineficiente à construção de conhecimento significativo, afastando-se de uma contextualização histórica, tecnológica e social (Ferreira; Justi, 2004).

No mesmo patamar, Araújo Neto e Santos (2001, p. 75) evidenciam problemas nos livros didáticos de Química brasileiros quanto às noções de valência, "tendo-se como referência às edições mais atuais, e utilizando-se como viés metodológico a formalização de relações históricas de precedência desse conceito sobre outros componentes curriculares da Química". Em dez livros analisados, esses autores encontraram apenas cinco livros que tratavam sobre a noção de valência, dos quais apenas dois apresentavam uma contextualização histórica.

Sob outro foco de análise, Tiedemann (1998, p. 18) observou que os livros didáticos de Ciências destinados à 8ª série veiculam equivocados e erros conceituais, apresentando-se, muitas vezes, como inadequados à faixa etária dos alunos. A análise do último detectou alguns conteúdos desnecessários, sendo tópicos "pouco relevantes para a química, ou porque envolvem memorização de grande número de termos novos, ou porque são inadequados para a faixa etária dos alunos". Prova disso é a apresentação (definição) equivocada da molécula como a menor porção da substância que mantém as suas propriedades.

Nessa perspectiva, Rogado (2000) alerta sobre discordâncias entre os conceitos de quantidade de matéria e de mol apresentados pela comunidade científica internacional e os conceitos trabalhados nos livros didáticos de Química. Os 38 livros brasileiros analisados, de forma quase unânime, caracterizam-se pela ausência da abordagem histórica e por adaptações impróprias sobre esses conceitos. Assim, esse pesquisador relata que os livros didáticos de Química apresentam um perfil inadequado da Ciência, projetando uma visão de Ciência pronta, fechada, determinada por uma única linha de raciocínio, que não pode sofrer alterações e muito menos questionamentos sobre a sua autenticidade.

Dessa forma, evidenciamos pesquisas que revelam o quanto o livro didático apresenta alguns entraves à aprendizagem dos alunos. Inseridos nessa realidade em que o livro didático compromete o ensino fundamental e médio, praticamente a nível nacional, formando cidadãos que pouco compreendem a importância da educação recebida, tanto no aspecto pessoal (cidadão atuante em sua sociedade), como no profissional (indivíduo capacitado a exercer o trabalho), pesquisadores da área educacional têm papel relevante ao apontar a necessidade de revisão e

reformulação do livro didático, visando possibilitar uma educação mais digna e significativa aos alunos.

Nesse sentido, a Proposta Curricular de Química de São Paulo (São Paulo, 1994), o PCNEM (Brasil, 2000) e o PCN+ (Brasil, 2002) foram propostas curriculares emergentes que aconselham, entre uma de suas vertentes, o redirecionamento do trabalho em sala de aula, procurando evitar o *conteudismo* - excesso de conteúdos -, com classificações desnecessárias.

Mas, a busca por uma (re)orientação dos conteúdos e conceitos das disciplinas científicas não é uma meta fácil. A construção de conhecimentos químicos significativos implica, conseqüentemente, no trabalho com questões ligadas à realidade da Ciência, englobando os conhecimentos da origem e evolução dos saberes que compõem o corpo teórico da Química.

O ensino em química para a tomada de decisão não deve trabalhar os conteúdos químicos descontextualizados, como se fossem puros e neutros, sendo fundamental uma contextualização sócio-histórica na qual se torna relevante o entendimento da Ciência como uma atividade humana advinda de um processo de construção social (Santos; Schnetzler, 2003).

A utilização da História das Ciências possui como meta um ensino mais crítico que rompa com a imagem de uma Ciência reveladora de verdades inabaláveis. A História das Ciências tem como função promover o pleno entendimento do aluno em relação ao processo de elaboração do conhecimento, sendo determinante, nesse processo, o aparecimento de idéias contraditórias, descontínuas para o estabelecimento de um quadro científico das teorias (São Paulo, 1994). É essencial o reconhecimento discente e docente de que a Ciência não é estática - fruto de verdades absolutas -, mas mutável, provida de alterações advindas de avanços, erros e conflitos (Brasil, 2000).

"A Ciência não tem a verdade, mas aceita algumas verdades transitórias, provisórias, em um cenário parcial onde os humanos não são o centro da natureza, mas elementos dela." Os paradigmas hoje aceitos pela ciência, amanhã podem ser considerados ultrapassados a partir do momento que perderam a validade de suas explicações. Torna-se fundamental a utilização da razão para entender a ciência como um conhecimento transitório (Chassot, 2003, p. 15).

Kuhn (1991) menciona que um paradigma consiste em realizações científicas universalmente reconhecidas que conseguiram estabelecer problemas e soluções para alguma comunidade científica. Contudo, a elaboração de um novo paradigma pode ser determinante para revelar as anomalias do paradigma aceito entre a comunidade científica, fazendo com que o último seja abandonado ao não conseguir refutar as anomalias emergentes.

Essa mudança de paradigma vai acarretar, muitas vezes, na chamada Revolução Científica: rejeição da antiga teoria pela comunidade científica. A nova teoria (não-cumulativa) é responsável por explicar um maior número e/ou melhor os fatos com que se depara. Kuhn (1991, p. 145) ainda destaca que:

O historiador da ciência que examinar as pesquisas do passado a partir da perspectiva da historiografia contemporânea pode sentir-se tentado a proclamar que, quando mudam os paradigmas, muda com eles o próprio mundo. Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções.

Dessa forma, segundo Chalmers (1994, p. 27), devemos compreender os cenários epistemológicos aos quais Aristóteles e Newton estavam inseridos, sendo descartado um tipo de padrão de análise para os dois casos. "A natureza do conhecimento científico, a maneira como ela deve ser justificada com recurso à razão e à observação, muda historicamente".

Possibilidades interessantes podem ser trabalhadas ao considerar essa visão no ensino de Química, evitando o menosprezo pelas concepções anteriores que abarcaram a palavra substância. Assim, as idéias alquímicas que consideravam o ar, a água, o fogo e a terra como as substâncias primordiais (teoria dos quatro elementos) podem ser apresentadas como percepções que foram bem aceitas e exploradas durante certo período porque faziam parte dos antigos anseios e sonhos - a busca do elixir de longa vida e da pedra filosofal. A partir desse trabalho dos alquimistas, percebemos que dispositivos, equipamentos, materiais e técnicas foram criados ou aperfeiçoados, possibilitando melhores processos de tingimento, manipulação de metais e práticas medicinais ao perpassarem as culturas alquímicas grega-árabe-européia.

Dessa forma, o aluno poderia ser engajado em atividades e reflexões que clareassem a percepção de que conseguimos estabelecer as bases atuais dos processos químicos, industriais, farmacêuticos, tecnológicos, entre outros, a partir da evolução dessas idéias, métodos e práticas antigas que muitos, equivocadamente, tendem a considerá-las errôneas e descartáveis.

A partir dessas considerações, devemos nos afastar de um olhar whiggista que geralmente acompanha os nossos modos de analisar o passado, se, de fato, quisermos compreender a natureza da Ciência. O whiggismo é caracterizado como a ação de analisar o passado a partir de um referencial atual (Henry, 1998). Nessa perspectiva, as concepções anteriores (por exemplo, substância) devem ser trabalhadas e consideradas mediante o cenário em que se desenvolveram, delineando a relevância que apresentaram em determinados contextos. Logo, evitaríamos uma visão distorcida e limitada de conhecimento científico.

Um eixo histórico-cultural dimensiona o valor histórico e social dos conhecimentos, tendo em vista o contexto da sociedade em constante mudança e submetendo o currículo a uma verdadeira prova de validade e de relevância social. Um eixo epistemológico reconstrói os procedimentos envolvidos nos processos de conhecimento, assegurando a eficácia desses processos e a abertura para novos conhecimentos (Brasil, 2000, p. 17).

Enaltecendo essas reflexões de cunho histórico-epistemológico, Alonso e colaboradores (2003) resgatam estudos que mostram a relevância da compreensão da natureza da Ciência para a melhoria da educação científica, sendo conseguida perante uma análise histórica, epistemológica e sociológica da Ciência.

Esses resultados podem ser corroborados com base no trabalho de Solbes e Traver (2001), que consideraram a importância designada aos materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem e construíram um material didático de Física e Química que incluía diferentes atividades de História da Ciência, visando conseguir atitudes positivas dos alunos quanto ao conhecimento científico.

Os resultados alcançados pelo emprego desse material nas salas de Química e Física foram significativos: a compreensão da Ciência foi melhorada por meio do entendimento de como se produzem os conhecimentos científicos, levando em conta o contexto histórico e social que algumas teorias foram construídas e a influência que exerceram sobre o próprio entorno social (Solbes; Traver, 2001).

Assim, considerando as contribuições da História das Ciências para melhoria da educação científica, esse trabalho visa investigar como os livros didáticos de Química brasileiros vêm trabalhando com o conceito de substância, uma vez que alguns autores (Campos; Cachapuz, 1997; Loguercio; Samrsla; Del Pino, 2001; Solbes; Traver, 2001) atribuem ao livro uma influência marcante no processo de ensino-aprendizagem, sendo determinante para as concepções de Ciência e de Cientistas construídas pelo alunado.

Metodologia

Os primeiros passos da pesquisa foram orientados por intensa revisão bibliográfica sobre a análise de livros didáticos brasileiros, buscando leituras de dissertações e artigos para conhecer o estado da arte - melhores metodologias e atividades existentes nessa temática. Nesse caminho, a (re)construção histórica do conceito de substância foi ancorada a partir de literatura especializada em História da Ciência/Química, possibilitando o reconhecimento das transições paradigmáticas que abarcaram esse conceito.

A partir das leituras e impressões sobre essas pesquisas que envolvem análise de livros didáticos, definimos as obras de Química brasileiras de uso geral no Ensino Médio e na Universidade (ver tabela 1), segundo sugestão de Rogado (2000), Araújo Neto e Santos (2001), Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001) e Carneiro, Santos e Mól (2005). Dessa forma, selecionamos livros pertencentes às maiores editoras do país, sendo considerados como os de maior interesse para os professores brasileiros.

A análise, discussão e a sistematização dos dados foram sustentadas nas orientações de Bardin (1977), seguindo um procedimento de natureza exploratória apoiada nas técnicas de análise de conteúdo.

Seguindo as sugestões de Bardin (1977), selecionamos os documentos de interesse (livros didáticos) que se constituíram num corpus para apreciação, sendo escolhido um elemento desse corpus (conceito de substância) que foi submetido à análise. Nessa perspectiva, as regras de homogeneidade e pertinência foram essenciais para a seleção de documentos adequados enquanto fonte informação, obedecendo a critérios para a sua escolha (livros didáticos brasileiros do Ensino Médio/Universidade).

Código	Livros Analisados
a	Feltre, R. (2004). <i>Química</i> . 6. ed. São Paulo: Moderna.
b	Fonseca, M. R. M. (2001). <i>Completamente Química</i> . São Paulo: FTD.
c	Kotz, J. C.; Treichel JR.; P. (1998). <i>Química e reações químicas</i> . vol. 1, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC.
d	Kotz, J. C.; Treichel JR.; P. (2002). <i>Química e reações químicas</i> . vol. 1, 4. ed. Rio de Janeiro: LTC.
e	Lembo, A. (2000). <i>Química: Realidade e Contexto</i> . vol. 1. São Paulo: Ática.
f	Lembo, A. (2004). <i>Química: Realidade e Contexto</i> . vol. 1, 3. ed. São Paulo: Ática.
g	Mortimer, E. F.; Machado, A. H. (2002). <i>Química para o ensino médio</i> . São Paulo: Scipione.
h	Novaes, V. (1999). <i>Química</i> . São Paulo: Atual. vol. 1.
i	Peruzzo, F. M.; Canto, E. L. (2003). <i>Química: na abordagem do cotidiano</i> . vol. 1, 3. ed. São Paulo: Moderna.
j	Sardella, A. (1999). <i>Curso Completo de Química</i> . 2. ed. São Paulo: Ática.
k	Usberco, J.; Salvador, E. (2002). <i>Química</i> . vol. 1, 9. ed. São Paulo: Saraiva.

Tabela 1.- Livros analisados com subsequente código de identificação.

A próxima etapa, fundamentada nas observações de Bardin (1977, p. 100), seguiu a determinação de índices que a análise buscou identificar, “por exemplo, o índice pode ser a menção explícita de um tema numa mensagem”. A partir desses índices, construímos indicadores com fragmentos dos textos analisados que se constituíram em unidades de categorização. Essas categorias construídas nos orientaram quanto ao tratamento dos resultados brutos, de modo a torná-los significativos. Assim, esse tratamento nos possibilitou retratar uma representação do conteúdo, auxiliando na identificação das características dos materiais analisados.

Resultados e discussão

A partir da análise desses livros didáticos, foram construídas quatro categorias para o trato do conceito de substância: substancialista, empirista, atômico-molecular e animista, possibilitando melhor suporte à investigação realizada. As categorias e suas descrições encontram-se detalhadas na tabela 2.

Categorias	Descrições
Substancialista	Imagem da substância como possuidora de propriedades inalienáveis, ou seja, que não se alteram. Determina à substância uma propriedade característica de imutabilidade.
Empirista	Designação da substância por uma visão concreta, macroscópica e quantificável.
Atômico-Molecular	As substâncias e suas propriedades são remetidas para o nível microscópico: o arranjo e a interação dos átomos, moléculas e íons é responsável pelas características/propriedades das substâncias.
Animista	A substância é visualizada por possuir ações voluntárias, como as humanas, a fim de estabelecer relações por vontade própria.

Tabela 2. Descrições das categorias encontradas para o conceito de substância.

Análise dos livros didáticos

As categorias construídas possibilitaram suporte à análise. Definida a análise, construímos a tabela 3 que evidencia as categorias encontradas em cada obra analisada para o conceito de substância.

Categorias	Livros analisados*										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Substancialista		X			X	X					
Empirista			X	X			X	X	X	X	X
Atômico-Molecular	X	X	X	X	X	X				X	X
Animista	X										

Tabela 3.- Categorias para o conceito de substância evidenciadas nas obras. *Livros analisados (a) Feltre, 2004; (b) Fonseca, 2001; (c) Kotz; Treichel, 1998; (d) Kotz; Treichel, 2002; (e) Lembo, 2000; (f) Lembo, 2004; (g) Mortimer; Machado, 2002; (h) Novaes, 1999; (i) Peruzzo; Canto, 2003; (j) Sardella (1999); (k) Usberco; Salvador, 2002

Podemos perceber, numa primeira análise, que uma parte significativa das obras analisadas trabalha de forma pouco adequada o conceito de substância, enaltecendo uma visão limitada com as categorias substancialista (Fonseca, 2001; Lembo, 2000; 2004) e animista (Feltre, 2004).

Na concepção substancialista, a substância é reverenciada como possuidora de características imutáveis, inalteráveis. Por exemplo:

“Uma substância é um material que possui todas as propriedades definidas e bem determinadas” (Fonseca, 2001, p. 68).

Essa percepção errônea de substância pode ser facilmente refutada, pois a substância não tem todas as suas propriedades fixas, basta alterarmos a pressão para, conseqüentemente, mudarmos as propriedades específicas (temperaturas de fusão e de ebulição) de determinada substância. Em outros exemplos substancialistas:

“Por outro lado, água com sabonete ou creme dental comportam-se como o amoníaco porque possuem substâncias denominadas *bases*” (Lembo, 2000, p. 221).

“Água com sabonete ou creme dental comporta-se como o amoníaco, pois possui bases” (Lembo, 2004, p. 229).

Na mesma perspectiva, não existe uma substância com propriedades rígidas a ponto de ser designada como base, ou pior, uma espécie química qualquer ser semelhante ao amoníaco porque possui “substâncias denominadas *bases*”. Assim, uma substância só pode ser designada como base em comparação ao meio em que se encontra, ou seja, só apresenta caráter básico ao considerarmos o seu meio reacional.

A outra categoria considerada equivocada, caracterizada aqui como animista, apresenta a substância como detentora de vontades próprias, sugerindo que a mesma atua por puro interesse.

Hoje sabemos que, em condições ambientais, só os gases nobres são formados por *átomos isolados* uns dos outros, ou seja, átomos que

têm pouca vontade de se unir com outros átomos; dizemos então que eles são *muito estáveis* (*pouco reativos*) (Feltre, 2004, p. 136).

Essa concepção errada advém, possivelmente, da Regra do Octeto criada a partir das constatações de Lewis, observando que os gases nobres não reagem com outras espécies. Na realidade, os gases nobres como o neônio e o argônio são espécies químicas bastantes estáveis, porém susceptíveis a combinações com outras substâncias, formando os chamados complexos (por exemplo, o XePtF₆ - hexafluorplatinato de xenônio, cristal amarelo sintetizado em 1962).

As outras categorias (atômico-molecular, empirista) podem ser consideradas mais adequadas para trabalhar o conceito de substância, cada uma diferenciando-se da outra por visualizar e conceber a substância por uma determinada linha de raciocínio.

Na concepção empirista, podemos notar uma fundamentação nos processos empíricos para a designação da substância pura, ou seja, uma caracterização da substância por meio de experimentos. Nesse caso:

Diversos minerais e gemas, por exemplo, são parcialmente identificados pelas respectivas cores (Fig. 1.5) (ver Encarte). Além disso, medições quantitativas importantes, como as da densidade dos sólidos, líquidos ou gases, ou as da temperatura de fusão ou de ebulição, também caracterizam as substâncias (Kotz; Treichel, 1998, p. 13).

A última perspectiva a ser considerada é a atômico-molecular, partindo de princípios que consideram as entidades abstratas (átomos, moléculas, arranjos estruturais, etc.) como caminhos para compreender as substâncias. Segundo o exemplo selecionado:

Várias propriedades físicas e químicas de uma substância podem ser explicadas pela geometria de sua molécula, ou seja, pela disposição espacial de seus átomos" (Lembo, 2000, p. 176).

Em síntese, destacamos as categorias que ficaram mais evidentes em cada livro no que respeita ao conceito de substância. Tal não significa que o entendimento sobre o conceito de substância dos autores de livros onde se identificaram categorias animistas e substancialistas seja necessariamente esse. Fica de pé a possibilidade de se tratar de uma questão de comunicação de idéias, embora com potencial negativo para os estudantes que estudam por esses mesmos livros. Eventualmente, uma análise mais minuciosa sobre cada obra revelaria outras categorias designadas na tabela 2. Assim, entendemos que a complexa interação entre essas categorias, com exceção da animista e da substancialista, possibilita uma aprendizagem mais rica sobre o conceito de substância.

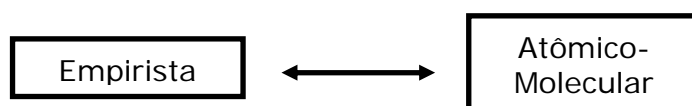


Figura 1.- Representação da interação entre as categorias de substância

Porém, concordamos com o PCN+ (Brasil, 2002) ao destacar a importância de iniciar o estudo da Química por uma abordagem dos fatos

concretos e observáveis, pelo fato da visão do mundo físico dos alunos ser essencialmente macroscópica. Nesse sentido, esse documento educacional nacional propõe, inicialmente, unidades didáticas que contemplem aspectos reais e perceptíveis, como o trabalho de identificação e estudo das propriedades específicas das substâncias e materiais (como a densidade, os pontos de fusão e ebulição, a solubilidade). Assim, nessa primeira etapa, julgamos interessante enaltecer o ensino da abordagem empirista aos alunos.

Após um trabalho de compreensão sobre o caráter macroscópico das substâncias e materiais, uma concepção microscópica pode ser contemplada, delineando um nível gradual de complexidade acerca das substâncias e materiais ao trabalhar com modelos explicativos sobre a constituição da matéria. Nesse processo, o PCN+ (Brasil, 2002, p. 96) ainda contribui:

É fundamental que se mostre através da história, as transformações das idéias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas idéias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma idéia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época.

Caminhando nessa direção, acreditamos que a abordagem interativa das concepções de substância (empirista/atômico-molecular) pode ser mesclada a aspectos da história e epistemologia da Ciência. Como esclarece Silveira (2003), esse conceito revela uma riqueza histórica-epistemológica, possibilitando o emergir de conflitos, a verificação de diferentes momentos epistemológicos e a diferenciação das categorias conceituais da noção de substância ao longo da história.

Nesse sentido, acreditamos que a historicidade possibilita um enriquecimento do ensino ao reconhecer as transições paradigmáticas do conceito de substância (teoria dos quatro elementos; o emprego da balança com Lavoisier, delineando uma perspectiva empírica/quantitativa do teste com as substâncias - em detrimento das noções qualitativas da Alquimia; a construção de modelos microscópicos para explicar a matéria), favorecendo a visualização real e fidedigna das bases conceituais que alicerçam/alicerçaram a Ciência e o conhecimento científico.

Apesar dessas últimas categorias apresentadas (atômico-molecular e empirista) serem consideradas como as mais adequadas, em comparação as outras duas (animista e substancialista), não significa que se apresentaram sem erros conceituais nos livros. Prosseguiremos a discussão da análise revelando aspectos errôneos nos livros e considerações gerais sobre as obras.

Erros conceituais e abordagens inadequadas

Acreditamos que os conteúdos e conceitos químicos devem ser considerados segundo um nível gradual de abstração no processo de ensino-aprendizagem, levando em conta a transição dos níveis

macro/microscópico. No decorrer da análise dos livros didáticos, detectamos alguns trechos preocupantes. Um exemplo é a apresentação da molécula como aquela já possuidora das propriedades das substâncias.

É importante notar que uma única molécula já possui todas as propriedades que identificam uma substância (Sardella, 1999 p. 39).

Essa concepção torna-se um equívoco comprometedor frente a atual concepção científica. Na verdade, é por meio das interações entre as moléculas que resultam as propriedades específicas das substâncias, como o ponto de fusão, ebulição, a densidade. No que se refere ao campo pedagógico, também notamos uma visão limitada de abordagem, uma vez que desconsidera a complexidade de transitar entre os níveis macro e micro no ensino da Química.

Algumas considerações

A análise da obra de Mortimer e Machado (2002) foi mais trabalhosa por conta dessa obra não trabalhar o conceito de substância de forma explícita no transcorrer do livro. Assim, a análise desse conceito foi realizada no contexto dos capítulos que evidenciavam a abordagem implícita de substância. Isso não significa a fragilidade da obra, mas uma maneira diferenciada de abordar os temas, tornando-os bastante significativos.

O livro didático de Mortimer e Machado (2002, p. 282 e p. 317) apresenta características essenciais e significativas no trabalho com o conceito de substância, destacando a importância de considerar a substância perante o seu meio reacional (por exemplo, uma substância só pode ser considerada ácida ou básica dependendo do seu meio reacional). Essa situação dificilmente é encontrada nos demais livros analisados.

A análise do livro de Novaes (1999) revela, entre os livros analisados, em nossa opinião, uma abordagem mais rica em termos da História da Ciência, apresentando detalhes importantes que fizeram parte da evolução histórica do conceito de substância.

No desenvolvimento dos capítulos de seu livro, Novaes (1999) apresenta textos relacionados à historicidade do tema em questão. Dessa forma, trabalha com fatos importantes relacionados ao conceito de substância: a elaboração da teoria dos quatro elementos com Empédocles, Heráclito e Tales de Mileto; o início da teoria atômica com Leucipo e Demócrito; a investida atômica sob a perspectiva de John Dalton; a ascensão da Iatroquímica, período marcado pela aplicação dos conhecimentos químicos (princípios da matéria: mercúrio, enxofre e sal) na medicina; as contribuições de Robert Boyle ao definir elemento químico em seu livro ("O químico cético"). Na mesma linha, trabalha outras questões históricas importantes: a elaboração da Teoria do Flogístico por Stahl; as classificações antigas dos elementos (as tríades de Döbereiner, as oitavas de Newlands, a classificação de Mendeleiev).

A obra de Kotz e Treichel (1998; 2002) apresenta uma peculiaridade interessante. Na terceira edição (1998) os autores apresentam um quadro chamado "Retrato de um Cientista", enquanto que na quarta edição (2002), de forma semelhante, os autores apresentam um quadro chamado "Perspectiva Histórica". Nesses dois tipos de quadros, de forma semelhante,

os autores mostram alguns aspectos da vida de determinado cientista (Dalton, Marie Curie, Rutherford, Mendeleev, Avogadro, Faraday, Lavoisier, Joseph Black, Bohr, etc.) que contribuiu com suas idéias para a evolução do conteúdo/conceito químico que os capítulos desses livros trabalham.

Dessa forma, esses quadros apresentam pontos de curiosidade sobre o trabalho do cientista em questão: anos de nascimento e de falecimento, vida acadêmica, áreas/instituições de trabalho, cidades de origem e trabalho, etc. Apesar da intenção em resgatar alguns aspectos históricos, esses quadros apresentam as peculiaridades desses cientistas à Química de forma superficial, não relatando os aspectos históricos de forma aprofundada e significativa à aprendizagem.

Ao elaborar a análise, percebemos que os livros didáticos brasileiros, em geral, encontram-se repletos de classificações desnecessárias (como a divisão em corpo, matéria e objeto) além de apresentarem enorme variedade de equipamentos, utensílios gerais e processos de separação (por exemplo: Fonseca, 2001).

Alguns processos e equipamentos laboratoriais são de fundamental importância. Porém, com essa abordagem excessiva e classificatória, parece que o autor preocupa-se mais em formar um especialista - químico. Indo de encontro a essas idéias, Tiedemann (1998, p. 17) relata que o aluno começa a estudar a Química "com definições detalhadas de conceitos como matéria, corpo, objeto e a classificação das propriedades da matéria em gerais, específicas e funcionais, definições e classificações que não são familiares nem mesmo para um químico profissional".

Deixando de enfatizar classificações desnecessárias e relevando os princípios relacionados aos fenômenos estudados, permeados pela História das Ciências, certamente contribuiria mais significativamente à aprendizagem discente.

Conclusões

De forma geral, percebemos a ineficiência e superficialidade dos livros didáticos brasileiros ao tentar elaborar a apresentação do conceito de substância sob um olhar histórico-epistemológico, provavelmente pela pouca importância que os professores e os autores de didáticos atribuem às questões histórico-epistemológicas, desconsiderando-as enquanto pontos-chaves na construção de propostas didáticas. Nesse processo de análise, também percebermos a existência de erros conceituais, de conteudismo e classificações desnecessárias.

Além de materiais carentes quanto ao aspecto histórico, também devemos destacar as práticas pedagógicas docentes que desconsideram a natureza da Ciência. A pesquisa de Paixão e Cachapuz (2003) nos esclarecem sobre as contribuições da formação de professores baseada na reflexão epistemológica. Assim, a formação continuada, bem como a formação inicial, pode (e deve) considerar as contribuições da História e Filosofia da Ciência na prática docente, favorecendo uma análise crítica dos livros didáticos e das práticas pedagógicas que são balizados por uma visão de Ciência neutra, dogmática e linear.

Dessa forma, o professor poderá utilizar materiais diferenciados como revistas, artigos, sites disponíveis na internet e materiais alternativos de diferentes autores, possibilitando outros olhares que auxiliem na seleção, organização e no tratamento dos conceitos científicos. Nessa perspectiva, favoreceríamos a construção de materiais de apoio mais ricos e significativos para o aprendizado dos alunos.

Nesse sentido, contamos com variadas possibilidades de abordagem (histórico-epistemológica; CTS; ambiental), bem como recursos e ferramentas de ensino (vídeo; softwares; livros didáticos; laboratório; museus, entre outras) à disposição do professor. Nessa empreitada, o professor possui autonomia total para escolher o tipo de atividade que trabalharia frente aos objetivos que determinasse de antemão para os conceitos e conteúdos planejados. Caso o objetivo seja a percepção do caráter dinâmico de construção da Ciência Química, a abordagem histórico-epistemológica seria a mais adequada. Se o objetivo da aula é apresentar o impacto do uso de pilhas e baterias no meio ambiente, a abordagem ambiental, mesclada à CTS (utilização de recursos tecnológicos - pilha/bateria - pela população para uso de equipamentos como controles de tv, celulares, etc.), é a mais adequada.

Quanto à questão histórico-epistemológica, acreditamos que será a partir das reflexões epistemológicas na formação inicial e continuada e, também, das reestruturações dos livros didáticos, tanto pelos autores/Editoras quanto pelos professores, que o ensino possibilitará uma maior e melhor compreensão da Ciência à luz da construção dos conceitos químicos, evitando possíveis deformações conceituais. Nessa perspectiva, a vertente didática da história e epistemologia da Ciência acarretará numa percepção mais rica, completa e complexa do conceito de substância, apresentando a Química como um corpo de conhecimento dinâmico que reestruturou suas bases conceituais ao longo dos anos.

Para encerrar, gostaríamos de alertar para a atual mudança que o cenário educacional brasileiro está sofrendo no que concerne aos materiais didáticos. Em 2008, nos deparamos com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo (São Paulo, 2008 – distribuição de cadernos de química, e de outras disciplinas, para os professores do Estado de São Paulo, Brasil) e com o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (Brasil, 2007 – distribuição de livros didáticos de Química, e de outras disciplinas, para os professores brasileiros). Nesse sentido, pesquisadores têm o compromisso de analisar e avaliar os materiais que fazem parte das novas políticas públicas (estadual e nacional) de distribuição gratuita aos professores do ensino médio público.

Referências bibliográficas

Alonso, Á.V.; Díaz, J.A.A.; Mas, M.A.M.; Romero, P.A. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. Em *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>. Acesso em 15 de agosto de 2003.

Araújo Neto, W.N.; Santos, J.M.T. (2001). História da Química e sua apropriação pelo Currículo Escrito: a noção de valência nos livros didáticos

de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1, 3, 74-85.

Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edição 70.

Brasil. (2000). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*/Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC.

Brasil. (2002). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC.

Brasil. (2007). *Química: Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2008*. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica.

Campos, C. e Cachapuz, A. (1997). Imagens de ciência em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*, 6, 23-29.

Carneiro, M.H.S.; Santos, W.L.P. e Mól, G.S. (2005). Livro Didático Inovador e Professores: uma tensão a ser vencida. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 7, 2.

Chalmers, A. (1994). *A Fabricação da Ciência*. São Paulo: UNESP.

Chassot, A. (2003). *A Ciência é masculina? É, sim senhora!* São Leopoldo: Unisinos.

Ferreira, P.F.M. e Justi, R.S. (2004). A abordagem do DNA em livros de biologia em química do ensino médio: Uma análise crítica. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 6, 1.

Henry, J. (1998). *A revolução científica e as origens da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Kuhn, T.S. (1991). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva.

Loguercio, R.Q.; Samrsla, V.E.E. e Del Pino, J.C. (2001). A dinâmica analisar livros didáticos com os professores de química. *Química Nova*, 24, 4, 557-562.

Megid Neto, J. e Fracalanza, H. (2003). O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9, 2, 147-157.

Paixão, F. e Cachapuz, A. (2003). Mudanças na Prática de Ensino da Química pela Formação dos Professores em História e Filosofia das Ciências. *Química Nova na Escola*, 18, 31-35.

Rogado, J. (2000). *Quantidade de Matéria e Mol – Concepções de Ensino e Aprendizagem*. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba.

Santos, W. e Schnetzler, R.P. (2003). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora Unijuí.

São Paulo (Estado). (1994). Secretária da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta Curricular para o ensino de Química: 2º grau*. 3. ed. São Paulo: SE/CENP.

São Paulo (Estado). (2008). Secretaria da Educação. *Proposta curricular do Estado de São Paulo: Química / Coord. Maria Inês Fini*. São Paulo: SEE.

Silveira, M.P. (2003). *Uma análise epistemológica do conceito de substância em Livros Didáticos de 5ª e 8ª séries do Ensino Fundamental*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Solbes, J. e Traver, M. (2001). Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 1, 151-162.

Tiedemann, P. (1998). Conteúdos de Química em Livros Didáticos de Ciências. *Ciência & Educação*, 5, 2, 15-22.