

MODELOS ATÔMICOS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: OBSTÁCULOS À APRENDIZAGEM?

Atom Models on Chemistry Textbooks: obstacles to the learning process?

Ehrick Eduardo Martins Melzer 1

Leandro de Castro 2, Joanez Aparecida Aires 3, Orliney Maciel Guimarães 4

1UFPR/ Departamento de Química/ Setor de Ciências Exatas, edu_ufpr_quimica@hotmail.com

2UFPR/ Departamento de Química/ Setor de Ciências Exatas leandr_ct@hotmail.com

3UFPR/ Departamento de Química/ Setor de Ciências Exatas, joanez@quimica.ufpr.br

4UFPR/ Departamento de Química/ Setor de Ciências Exatas, orliney@quimica.ufpr.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar livros didáticos de química destinados ao ensino médio, indicados pelo PNLD/2007, tendo por base as idéias de Bachelard sobre obstáculos epistemológicos. A análise concentrou-se nas unidades iniciais da química geral, como estrutura atômica e evolução do modelo atômico, procurando observar se as analogias e modelos utilizados nesses livros geram obstáculos ao aprendizado dos conceitos envolvidos. Os resultados apontaram para a existência de um número considerável de obstáculos nos livros analisados, sendo o “Obstáculo Realista” o mais recorrente.

Palavras-chave: Modelos, livro didático, obstáculos epistemológicos.

Abstract: This article aims to analyze PNLD/2007, approved High School Chemistry Textbooks, taking as a basis Gaston Bachelard's concepts on epistemological obstacles. The analysis focused on General Chemistry initial unities such as Atom Models and the Evolution of Atom Models, trying to observe whether the analogies and models used in those books produce or not obstacles to learn the related concepts. The results indicated a wide number of obstacles in the books analyzed and that the most recurrent is the “Realistic Obstacle”.

Keywords: Models, textbook, epistemological obstacles.

INTRODUÇÃO

O livro didático historicamente ocupa o lugar de protagonista na educação brasileira, pelo fato de muitos educadores se apoiarem exclusivamente nestes para preparar suas aulas. Em contrapartida, pesquisas realizadas por inúmeros pesquisadores, (MORTIMER, 1995; REZENDE, 2007), têm demonstrado que os estudantes egressos do ensino médio têm dificuldades para formular conceitos e teorias relacionadas a problemas em nível microscópico. Neste trabalho, argumentamos que esta dificuldade pode estar relacionada aos modelos, metáforas e analogias apresentados nos livros didáticos, os quais, se não trabalhados de modo a deixar claro para o aluno que se tratam de ferramentas para facilitar a sua compreensão, e não como uma representação fiel do conceito científico, podem levar o educando a uma visão distorcida da ciência.

Nesta pesquisa foram analisados modelos, metáforas e analogias propostos nos conteúdos relacionados à Estrutura Atômica, em 4 livros didáticos de química, destinados ao Ensino Médio, indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático – PNLD 2007 de.....ano???, com o objetivo de verificar se nestes são encontrados modelos e analogias que podem vir a constituir-se em obstáculos ao desenvolvimento científico do aluno.

A análise teve por base os trabalhos de Bachelard (2002), relativos aos obstáculos epistemológicos, a qual buscou verificar as relações macroscópicas, microscópicas e simbólicas trabalhadas naqueles livros, procurando observar como cada livro didático aborda o tema em questão e se os modelos e analogias utilizados para o desenvolvimento dos conceitos gera ou não obstáculos epistemológicos.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

A argumentação de Bachelard (2002), é no sentido de considerar que as linguagens metafóricas e usos de imagem levam o conhecimento pré-científico para um caminho concreto e imediato, impedindo a abstração necessária para a formação do espírito científico. Bachelard argumenta que ao abstrair a partir dos fenômenos concretos paralisa-se o pensamento científico. Para ele, quando o conhecimento vem da experiência com a realidade do fenômeno, “pensamento científico para construções mais metafóricas que reais”, ocasiona uma barreira, que acaba dificultando o desenvolvimento do pensamento abstrato, o qual é importante para o desenvolvimento do pensamento científico, gerando o que Bachelard chama de *obstáculos epistemológicos*. Tais obstáculos seriam, portanto, “entraves inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e construção” (LOPES, 1992, p.255).

Gomes e Oliveira (2007) comentam que ao trabalhar com metáfora, analogia e imagem para facilitar a compreensão de um determinado assunto, acaba-se não tendo êxito no verdadeiro objetivo, salvo em raras exceções quando estas são bem elaboradas. Esse método faz com que seja substituída a linha de raciocínio do aluno por uma idéia de resultado e esquema, o que faz com que o aluno não venha a desenvolver seu raciocínio de maneira adequada, criando então um obstáculo epistemológico.

De acordo com Lopes (1992), recorreremos às metáforas e analogias para facilitar o entendimento de certo fenômeno natural ou científico. Todavia, estas se mau usadas, podem atuar como dificultadores do conhecimento científico, bloqueando seu desenvolvimento e construção. O mais coerente seria que quando metáforas e analogias fossem usadas, aos poucos estas fossem “desaparecendo” da mente do aluno e se concretizando o conceito científico que se buscou ensinar. O mau uso dessas metáforas, ou seja, quando não se deixa claro para o estudante que estas são apenas ferramentas para facilitar a sua compreensão, e não uma representação fiel de determinado conhecimento científico, pode fazer com que o conhecimento não seja construído, pois passa para o aluno uma compreensão equivocada do assunto que lhe é apresentado. Assim, na tentativa de tornar conceitos complexos mais simples e acessíveis, alguns autores de livros didáticos acabam apresentando idéias equivocadas acerca dos conceitos científicos, induzindo o aluno a um falso conhecimento.

Gomes e Oliveira (2007) comentam ainda que Bachelard não é completamente contrário ao uso de metáforas ou analogias, mas as mesmas têm que vir após a teoria, como um auxílio no esclarecimento. O uso das mesmas dicotomizadas da teoria pode fazer com que o aluno aceite essa “aproximação” como sendo algo conclusivo sem haver o aprofundamento para a abstração necessária ao conhecimento.

Bachelard (2003) desenvolve a idéia de obstáculos epistemológicos argumentando sobre existência de cinco obstáculos: *obstáculo primeiro*, *obstáculo animista*, *obstáculo realista*, *obstáculo substancialista* e *obstáculo verbal*.

O que Bachelard (2002), denomina como *obstáculo primeiro*, seria o obstáculo gerado pelo senso comum do indivíduo. No entanto, no momento em que esses conhecimentos do sendo comum entram em contato com as teorias científicas, estas geraram uma perturbação naquele conhecimentos. Por isso Bachelard afirmar que o espírito científico se forma “contra a natureza”. Não é algo que surge espontaneamente, ou melhor, naturalmente, e assim enquanto os conceitos caminham para um nível de maior esclarecimento, estes mesmos vão deixando de ser naturais. Ou

seja, na química isso se evidencia com a abstração, onde o aluno carregado com seu senso comum é confrontado com um modelo para uma determinada teoria.

Em relação aos *Obstáculos Animistas*, pode-se considerar que estes encaixam-se na idéia errônea a cerca de um conhecimento científico, em que se apresenta ao aluno uma “imagem animada”. Este obstáculo fica mais fácil de entender quando pensamos que temos o que é biológico e o que é inorgânico (inerte). Bachelard (2002) faz uma relação entre três reinos onde sempre o reino mineral é depreciado, assim quando se faz as passagens de um reino a outro observamos que os limites da própria característica orgânica e da vida não são respeitados, gerando obstáculos que são associados a modelos, imagens e conjuntos de idéias, características próprias do campo da vida e da biologia. Assim, um exemplo que Bachelard traz em seu livro é um trecho onde mostra a preocupação com a correspondência destes três reinos distintos:

Por meio de que procedimentos a natureza opera essa maravilhosa circulação entre os três reinos? Como consegue formar substâncias combustíveis, fermentáveis e putrescíveis, com materiais que não tinham nenhuma dessas propriedades? São mistérios até agora impenetráveis. Entrevê-se, porém, que a vegetação e a animalização sejam fenômenos inversos aos da combustão e da putrefação (BACHELARD, 2002, p. 157).

Neste trecho fica explícita a questão de atribuir dimensões pertencentes ao campo biológico a fenômenos que fogem a este campo e estão imersos no campo inorgânico (inerte). Analisando melhor as aplicações feitas, observa-se a mistura entre o biologicamente vivo e o inerte, característica do animismo, onde se mostra o inverso da combustão à vegetação e não à redução, assim atribuiu-se um aspecto vital a um fenômeno puramente inerte. Na passagem onde temos uma falsa dialética, da putrefação e da animalização, na qual se leva em conta a questão da vida e da morte, os domínios da vida são “transbordados” onde este limite está dando atribuições vitais à combustão de materiais, como no caso referido, a idéia de vida e morte que é um fenômeno exclusivo de organismos vivos e biologicamente ativos.

Lopes (1992), citando Bachelard, afirma que o animismo criou vários obstáculos às ciências físicas, em trabalhos do século XVIII “ao privilegiar o corpo humano e os fenômenos vitais, outorgando-lhes um valor superior na hierarquia fenomenológica” (LOPES, 1992, p.256). Os fenômenos como calor, eletricidade, magnetismo, movimento eram facilmente associados à magia, como se a palavra vida fosse mágica, pois todas estas propriedades descritas eram explicadas por princípios vitais, mostrando que estas idéias animistas ainda estão fortemente presentes nos livros didáticos de nosso século, distorcendo a ciência ensinada e a distanciando da ciência produzida, conforme o exemplo apresentado por esta autora:

Considere-se, por exemplo, a combustão do magnésio: como se sabe, ela somente se realiza quando aquecido o metal. O aquecimento, neste caso, desperta a afinidade do magnésio para o oxigênio que, a frio, não se manifesta (LOPES, 1992, p. 258).

Neste exemplo, como afirmou Lopes (1992, p.258), que sem ter o aquecimento, a reação não iria ocorrer, como seria explicado então, o aparecimento de óxidos sobre fitas de magnésio? O animismo ocorre, portanto, quando são atribuídas características próprias da vida a seres não vivos, distorcendo a visão da ciência.

O *obstáculo realista* se refere a como o indivíduo entende conceitos científicos por meio do concreto sem chegar ao abstrato. Para Bachelard, (apud LOPES, 1992, p. 257) “o realismo é a única filosofia inata, aquela que orienta o pensamento do senso comum, sendo capaz de constituir a ciência do geral, do superficial.”

Bachelard apresenta no capítulo “Psicanálise do realista”, o emprego de pedras preciosas e ouro como forma de tratamentos médicos, o que cativa (encanta) e seduz os pacientes. Nas suas palavras:

Essa atração e esse encanto são metáforas, a substantificação de um valor atribuído às pedras preciosas e ao ouro que serão utilizadas no tratamento médico. A alegria de possuir se substantifica. Propicia uma experiência íntima, um reconforto que torna inútil a verificação objetiva (BACHELARD, 2002, p.172).

Nessas opiniões dá-se a junção de uma experiência psicológica com uma médica, ou seja, a fusão de uma paixão verdadeira com uma idéia falsa. É a paixão verdadeira que constitui um obstáculo à correção da idéia falsa (BACHELARD, 2002, p.174).

Como afirma Lopes (1992, p 258) “os obstáculos realistas se apresentam, portanto, na medida em que o racionalismo é pouco desenvolvido”. Onde trabalhamos com o macro sem desenvolver o micro, que é totalmente abstrato, “escondendo” o verdadeiro conceito científico.

O *obstáculo substancialista* se refere à forma como é definido um fenômeno, restringindo a uma só característica. Ou seja, o obstáculo substancialista é visto quando se considera que um conjunto de propriedades pertence somente a uma dada substância, sem levar em conta a sua relação com as demais substâncias. Podemos constatar isso, nas teorias apresentadas sobre ácido-base, que são usadas para a explicação de diferentes conjuntos de funções químicas.

Nos livros didáticos, o obstáculo substancialista se faz presente quando estes enfatizam aspectos da aparência, em detrimento da abstração do aluno sobre um determinado fenômeno. Este tipo de obstáculo é definido por Bachelard (2002) como sendo o ato de atribuir fatores externos que tornam a idéia acerca de uma substância equivocada. Um exemplo muito trabalhado durante a obra do autor é a idéia de que a substância está fechada, como se fosse uma caixa ou uma luva que está sendo virada ao avesso e que quando a “abrimos” podemos revirá-la, retirando o seu interior. Bachelard traz ainda uma passagem de Polleman que afirma esta idéia:

O duplo corrosivo conseguiu revirar o cobre e passou o seu interior para fora, tornou-o apto, não somente a deixar liberar sua alma, mas também,... pela virtude desse corrosivo, a alma suave do cobre tornou-se luzidia, como em um meio ressuscitativo e vivificante (POLLEMAN, apud BACHELARD, 2002, p. 104).

Sendo assim, um *obstáculo substancialista* pode ser entendido como sendo o ato do autor ou educador, de atribuir às substâncias características externas e internas que não condizem com a mesma, como por exemplo, dizer que uma substância está fechada, como se estivesse protegida por uma escama ou camada protetora é um clássico exemplo deste tipo de obstáculo. Ou, como foi mostrado acima, a idéia equivocada de revirar uma substância ao avesso, como se fosse uma roupa é um obstáculo, pois insere conteúdos equivocados que vão contra a idéia científica vigente e ainda vão contra as características naturais da substância, atribuindo peculiaridades que não são observáveis, distorcendo sua realidade.

Os *obstáculos verbais* são caracterizados pelo uso da linguagem do senso comum a fim de explicar um determinado fenômeno. Isso faz com que o aluno não apenas venha a não compreender corretamente os conceitos científicos como também pode fazer com que ele crie conceitos errados. Bachelard (2002) trata os obstáculos verbais como entraves ao entendimento de certas idéias e pensamentos científicos. Para exemplificar como este tipo de obstáculo pode ser danoso ao conhecimento científico, Bachelard fala da palavra “esponja” que esteve por muito tempo presente em explicações sobre compressões do ar e da água. Sendo assim, por utilizar exemplos longos em que a palavra esponja é recorrente na explicação, o texto torna-se obscuro, perdendo o objetivo de exemplificar uma teoria complexa.

Para exemplificar este tipo de obstáculo, Bachelard (2002, p. 79) utiliza a seguinte frase: “À esponja, corresponde, portanto um *denkmittel* do empirismo ingênuo”. Nesta frase ele sintetiza a idéia central deste obstáculo, onde o uso de uma palavra de conhecimento geral e banal pode gerar grandes entraves ao aprendizado e conhecimento de uma teoria, por se valer de uma idéia empirista focada apenas na observação. E quando numa mesma explicação esta idéia sintetizada é comumente reutilizada, impede o leitor ou o aluno a entender o que realmente está acontecendo pelo acúmulo

de imagens que subsequentemente gerarão uma grande confusão, impedindo a visão abstrata do processo, sem focar no real problema que quer ser levantado. E assim devemos tomar cuidado com as palavras e analogias verbais utilizadas no cotidiano em sala de aula e nos livros didáticos afim de não desenvolver tal tipo de obstáculo. Abaixo temos uma idéia retirada de Bachelard (2002, p. 81), onde o autor mostra uma analogia obscura que pode gerar em um obstáculo verbal:

Assim como a esponja transporta água em toda a sua massa e em maior quantidade se seu volume for maior, assim também o ferro, que tem mais massa ou volume, parece atrair e retirar (abducere) uma maior quantidade de Fluido do que o Ferro de menor volume (BACHELARD, 2002, p. 81).

Sintetizando a idéia de *obstáculo verbal*, pode-se dizer que este tipo de obstáculo está preso a uma palavra ou conjunto de palavras (analogia) que leve o leitor, ou aluno, a um entendimento equivocado de um fenômeno, entendimento que vai contra a idéia científica por trás deste fenômeno, impedindo que este dê continuidade ao seu desenvolvimento com a abstração, necessária para se chegar ao verdadeiro problema e a sua real razão. Este tipo de ação só não é prejudicial quando os conceitos e as idéias científicas já foram previamente trabalhadas, onde esta palavra que servirá de analogia virá para facilitar o entendimento do processo, sempre sendo utilizada com cautela por parte de autores e educadores, dando uma continuidade desvinculada do pensamento abstrato, que poderá ser desenvolvido na seqüência.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Tendo em vista os objetivos da presente pesquisa, optou-se por desenvolver uma análise dos conteúdos relacionados à Estrutura Atômica em quatro livros didáticos de química indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2007. Foi analisado o guia deste ano em função de ser este o disponível na ocasião da pesquisa, a qual foi realizada em 2008.

Foram analisadas as unidades que tratam da Estrutura Atômica, onde são inseridos os conceitos de “átomo”, “matéria” e “partícula”, uma vez que são conteúdos nos quais a utilização de modelos, analogias e metáforas empregadas para as relações macro e micro são mais recorrentes.

A análise se pautou primeiramente no levantamento dos modelos, metáforas e analogias presentes naquelas unidades. Em seguida, buscou-se verificar a existência de possíveis obstáculos epistemológicos em que estas poderiam ser classificadas. Os obstáculos considerados foram: animista, substancialista, realista e verbal.

Listagem dos livros:

- 1) **Livro A:** Química na abordagem do cotidiano, Eduardo L. Canto e Francisco M. Peruzzo, 3ª edição, editora Moderna, 2005;
- 2) **Livro B:** Química, Ricardo Feltre, 6ª edição, editora Moderna, 2005;
- 3) **Livro C:** Químico Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado, 1ª edição, editora Scipione, 2005;
- 4) **Livro D:** Química e Sociedade, Wilson L. P. Santos (coord.), Gerson S. Mol (coord.), Roseli T. Matsunaga, Siland M. F. Dib, Eliane N. Castro, Gentil S. Silva, Sandra M. O. Santos e Salvia B. Farias, 1ª edição, editora Nova Geração, 2005;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os livros analisados apresentaram algum tipo de obstáculo epistemológico. Na Tabela 1 temos uma comparação dos obstáculos observados:

	LIVRO A	LIVRO B	LIVRO C	LIVRO D
ANIMISTA	01	02	0	02
SUBSTÂNCIALISTA	01	04	0	0
REALISTA	02	08	03	05
VERBAL	04	03	0	0
TOTAL	08	17	03	07

Tabela 1: obstáculos apresentados pelos livros analisados

Os dados demonstraram que os livros analisados apresentam um número significativo de obstáculos. O livro que apresentou o maior número de obstáculos foi o Livro B (17 obstáculos), e o que apresentou o menor número foi o Livro C (03 obstáculos). Nossa análise se baseou em critérios estabelecidos por cada tipo de obstáculo. Iniciamos a análise com o levantamento total de obstáculos e em seguida fizemos uma divisão desses obstáculos segundo os critérios estabelecidos como: animista, substancialista, realista e verbal.

Em nossa análise, entendemos como “obstáculos epistemológicos”, todos os exemplos, desenhos, frases que possam gerar dúvidas ou conduzam a um entendimento equivocado dos conceitos.

Obstáculos Animistas: como já foi discutido, estes obstáculos podem ser caracterizados por dar característica físicas, mentais e até mesmo biológicas às imagens e analogias, criando assim uma falsa compreensão de um determinado fenômeno. Lopes define obstáculo animista como romper a barreira da vida e transforma-la em uma palavra mágica atribuindo-lhe um significado místico, onde fenômenos e propriedades físicas eram descritas por fenômenos vitais.

Observamos que os livros ainda trazem este tipo de obstáculo. Apesar de serem poucas as ocorrências, podemos ver que algumas teorias de estrutura atômica como núcleo e eletrosfera são explicadas por fenômenos vitais. Atribuindo características físicas, biológicas e mentais a modelos que teoricamente são inanimados.

O átomo não é mais uma esfera, como pensavam, mas uma entidade que tem um padrão de comportamento difuso.... (Livro D, pg. 88).

No exemplo apresentado vemos uma clara tentativa de atribuir uma faculdade mental como “padrão de comportamento” e ainda atribui padrão de uma entidade, estas propriedades, são do domínio vital, ou seja, características próprias de seres animados, que tem vida. Foi observado que houve um transbordamento dos domínios vitais. Observando as obras analisadas, vemos que apenas o livro C toma cuidado em não trazer obstáculos animistas.

Obstáculo substancialista: também como foi visto, este tipo de obstáculo pode ser caracterizado por atribuir propriedades de certas substâncias para explicar um modelo ou um fenômeno, levando a um entendimento equivocado a cerca de um determinado conceito químico, criando-se um obstáculo. Bachelard trabalha exemplos deste tipo de obstáculo, onde propriedades de elementos químicos são explicadas através de outras propriedades como atribuição de *escamas* ou alguns atos como *revirar* uma determinada substância, como se fosse uma caixa ou um saco. Nos livros analisados observamos que estes obstáculos aparecem com uma certa frequência, apenas o livro C não apresenta este tipo de obstáculo. Podemos destacar que muitas vezes este tipo de explicação pode trazer serias dificuldades ao educando, caracterizando um obstáculo difícil de ser trabalhado.

Para explicar os fenômenos anteriores, Joseph John Thomson propôs, em 1903, um novo modelo de átomo, formado por uma “pasta” positiva “recheada” pelos

elétrons de carga negativa, o que a neutralidade elétrica do modelo atômico (esse modelo ficou conhecido como “pudim de passas”). (LIVRO B, Pg. 86)

Como podemos observar no trecho apresentado o ato de dar uma propriedade pastosa as cargas positivas do átomo e dizer que é recheada por cargas negativas caracteriza um obstáculo substancialista, caracteriza da aos prótons uma propriedade pastosa que não é verificada e trabalhando com a idéia de recheio como se estivesse se referindo a um pudim, gênero alimentício formado de massa e frutas, isso fica bem claro quando o modelo de Thomson é comparado a um pudim de passas, outro obstáculo substancialista identificado.

Obstáculo Realista: neste tipo de obstáculo é observada a utilização de conceitos e descrições de fenômenos pela visão concreta sem fazer a devida abstração do processo. É muito recorrente na tentativa de facilitar a compreensão de um conceito. Ou seja, muitas vezes os livros trabalham características macroscópicas dos fenômenos, sem trabalhar as características microscópicas, ou seja, o aspecto o abstrato.

Nos livros analisados, os obstáculos realistas são os mais recorrentes. Todos os livros apresentaram em algum momento da unidade analisada, obstáculos realistas. Em todos os livros nas concepções de modelo atômico de Thomson, foram observados traços de realismo. Um exemplo muito comum corresponde a apresentação do modelo através da história. Nesta, a idéia mais recorrente corresponde a analogia do modelo com um “panetone”, no livro D e, “pudim de passas”, nos livros A, B e C. Também observamos que a grande maioria dos livros analisados criaram obstáculos realistas na idéia sobre núcleo e eletrosfera, fazendo a analogia do núcleo com uma “bola de futebol” e da eletrosfera com um “estádio de futebol”.

Nesse modelo, conhecido como “pudim de passas”, a carga positiva encontrava-se uniformemente distribuída pela esfera (LIVRO D, pg. 93).

Em resumo, o átomo seria semelhante ao sistema solar: o núcleo representaria o sol; e os elétrons seriam os planetas, girando em órbitas circulares e formando a chamada eletrosfera (LIVRO B, pg. 88).

Se o átomo fosse do tamanho de um estádio de futebol como o maracanã, o núcleo corresponderia à bola no centro do gramado. O restante do estádio equivaleria à região ocupada pelos elétrons. (Livro C, pg. 146).

Observamos que o realismo é recorrente nos livros, aparecendo em inúmeras tentativas de explicar processos que ocorrem no mundo microscópico com características do macroscópico. Observando o primeiro exemplo, a analogia do pudim de passas cria uma dificuldade no entendimento das concepções trabalhadas no modelo de Thomson, criando uma falsa visão deste modelo que irá gerar inúmeros entraves ao desenvolvimento científico do educando. No segundo exemplo, o átomo é comparado com o sistema solar, outro exemplo recorrente deste tipo de obstáculo, pois apesar de estarmos trabalhando com um modelo semelhante, a analogia do núcleo com o Sol é errada, pois sabemos que o sol é o maior astro no centro do sistema solar, e esta proporção de tamanho não se repete com o átomo, pois como é trabalhado, o átomo é pequeno e denso enquanto a eletrosfera é vazia com inúmeros elétrons orbitando. A analogia dos planetas em órbita, também configura um obstáculo, pois quando a Terra e outros planetas orbitam em volta do Sol, podemos prever qual será o movimento descrito pelos astros, o que não acontece para o elétron, pois como é provado na mecânica quântica e através de equações de probabilidade, o elétron não faz uma órbita fixa em torno do núcleo. E no terceiro exemplo o ato de comparar a bola de futebol com o núcleo, é uma outra tentativa que gera obstáculo à aprendizagem, pois como sabemos a bola de futebol é cheia de ar e inflável, o que não se observa no núcleo. Enquanto que o estádio também não pode ser comparado a eletrosfera, pois estamos fazendo uma tentativa errônea de comparar a eletrosfera, que é um espaço vazio, com um espaço físico dotado de matéria e outros elementos químicos, a área do estádio. Assim podemos ver como estes obstáculos são recorrentes e os

cuidados que devemos tomar para que eles não venham a se tornar dificultadores ao conhecimento químico.

Obstáculo Verbal: Este obstáculo é caracterizado pela utilização de linguagens do senso comum e/ou simplificações, a fim de explicar fenômenos mais complexos. Bachelard, leva em consideração que estas simplificações podem vir a ajudar o entendimento de certos fenômenos, desde que a teoria por trás do mesmo tenha sido previamente trabalhada. No entanto, quando mal utilizadas, as analogias com senso comuns se configuram neste tipo de obstáculo. Nos livros analisados foram observadas ocorrências de obstáculos verbais somente nos livros A e B. Como anteriormente explicado a tentativa dos livros de explicar fenômenos complexos gera este tipo de dificuldade que poderá vir a se transformar em um entrave ao desenvolvimento futuro do educando. O exemplo mais recorrente de obstáculo verbal analisado:

A “metralhadora” usada por ele lançava pequenas partículas radioativas portadoras de carga elétrica positiva, chamadas de partículas alfa (LIVRO A, pg. 44).

No exemplo apresentado, a palavra “metralhadora” se configura em um obstáculo verbal, pois na tentativa do livro de explicar um fenômeno complexo como a emissão de partículas radioativas, este usa a palavra metralhadora, o que cria uma falsa concepção da idéia sobre partículas e também sobre os conceitos de radioatividade como lançamento de partículas radioativas. Este tipo de analogia se mostra um exemplo típico de obstáculo verbal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi identificar a presença de obstáculos epistemológicos nos livros didáticos de química para o Ensino Médio indicados pelo PNLN/2007. Observou-se a existência de obstáculos epistemológicos nos quatro livros didáticos analisados, como também a falta da historicidade do desenvolvimento dos modelos atômicos. Entendemos que a existência desses obstáculos pode proporcionar um desenvolvimento incompleto e distorcido dos conceitos, podendo trazer também problemas na compreensão dos demais conteúdos, uma vez que a estrutura atômica é a base para o entendimento dos mesmos. Este fato se agrava se considerarmos que o livro didático é o recurso mais utilizado pelos professores para o ensino de Química.

Foi observado que muitos livros apresentam uma linguagem que pode facilitar o entendimento do aluno a cerca de questões referentes aos conteúdos químicos. Esse cuidado com a linguagem foi observado claramente nos livros C e D, que nesta pesquisa tiveram a menor incidência de obstáculos, apresentando somente Obstáculos Realistas. Os outros livros analisados, na tentativa de tornar o conteúdo mais simples e lúdico, recaem em um maior número de Obstáculos. Os livros A e B apresentaram todos os tipos de obstáculos, todavia nestes também o Obstáculo Realista, foi o mais recorrente. Interpretamos que este dado traz uma característica muito comum dos livros didáticos, que é o uso exagerado de metáforas e analogias. Ou seja, com o objetivo de simplificar a compreensão de um conceito, se afasta da abstração completamente, fazendo apenas relações macroscópicas. Portanto, o problema que subjaz especificamente este tipo de obstáculo, é que na tentativa de facilitar a compreensão e fugir da abstração, são usadas analogias que, sem a devida relação com a teoria, acabam muitas vezes por esvaziar o conceito científico. Esse fato, como já foi comentado, pode vir a se tornar um entrave ao desenvolvimento dos demais conteúdos e principalmente, à compreensão da Ciência, ou como afirma Bachelard (2002), ao desenvolvimento do espírito científico.

A presença de obstáculos epistemológicos nos livros de Química, já foi objeto de pesquisa de Lopes (1993), a qual também argumenta que se esses não forem trabalhados de modo a promover a ruptura com as “impressões primeiras”, as metáforas e analogias ao invés de facilitar a compreensão da ciência, podem manter o aluno preso ao conhecimento cotidiano, solidificando-se nestes como obstáculos à construção do conhecimento.

É importante salientar, no entanto, que os modelos, metáforas e analogias podem ser usados para facilitar o entendimento de um conceito abstrato, porém como afirma Bachelard (2002), os

mesmos devem vir após a explicação dos conceitos, como um facilitador da compreensão e não em substituição a estes. O que é necessário se fazer, portanto, é aumentar a preocupação com a linguagem podendo-se utilizar modelos, metáforas e analogias, mas de modo que estas venham a facilitar a compreensão dos conceitos e não como substituidores ou simplificadores do conhecimento científico, esta prática pode levar uma visão distorcida da Ciência e a solidificação de inúmeros obstáculos epistemológicos à aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BACHERLARD, Gaston. A formação do espírito científico. **Contraponto Editora**, 3ª ed., 316p., 2002.

GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisséia B. de. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influencias na concepções de átomos. **Ciência & Cognição**, Vol. 12, p. 96 – 109, nov., 2007;

LOPES, Alice R. C. Livro didático: obstáculo ao aprendizado da ciência química. **Química Nova**, V. 15, N. 3, p. 254 – 261, mar., 1992;

LOPES, Alice R. C. Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialistas ao Aprendizado da Ciência Química. **R. Bras. Est. Pedag.**, Brasília, v.74, n.177, p.309-334, maio/ago. 1993

MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, N. 1, p. 23 – 26, maio, 1995;

REZENDE, Flavio S. Modelos mentais de átomos e moléculas em graduandos de nutrição: implicações para o ensino superior. 30ª reunião anual da SBQ, ED – 121, 2007.