

ILUSTRAÇÕES DE LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO MÉDIO COMO FONTES DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

High-School Book Illustrations as Sources of Epistemological Obstacles

Rodrigo Oliveira LOPES¹,
Everton LÜDKE²

RESUMO

Este trabalho analisa as imagens apresentadas sobre modelos atômicos nos Livros Didáticos (LD) que integram o Programa Nacional do Livro Didático 2015 (PNLD), a pesquisa tem caráter documental e visa esclarecer como as imagens presentes nos LD podem prejudicar a aprendizagem sobre Modelos Atômicos. Adotou-se um referencial teórico fundamentado nas ideias do filósofo Gastón Bachelard sobre obstáculos epistemológicos. As imagens foram catalogadas e categorizadas, segundo as seguintes categorias de obstáculos: Verbais, Animistas, Substancialistas e Realistas. Após a análise dos resultados conclui-se que os autores de LD atualmente têm um grande cuidado acerca da apresentação de obstáculos epistemológicos, no entanto, foram detectadas diversas imagens consideradas obstáculos à aprendizagem sobre modelos atômicos. Logo, é necessário que os professores de Educação Básica assumam uma postura crítica em relação aos LD, pois cabe a estes profissionais minimizar os efeitos negativos sobre a aprendizagem dos estudantes que podem ser ocasionados pelos obstáculos epistemológicos. As perspectivas a partir desse trabalho são de que, cada vez mais, os professores estabeleçam critérios e sistematizem formas de avaliar os LD que serão adotados em suas escolas.

Palavras-Chave: Modelos Atômicos, Livros Didáticos, Obstáculos Epistemológicos.

ABSTRACT

In this work, we analyse illustrations presented in scholar textbooks which contain the ideas presented about atomic models within the 2015 Brazilian National Schoolbook Program. This work has a documentary character and aims to discuss how drawings, pictures and illustrations can contribute negatively towards the learning of basic quantum chemistry and atomic models. We have adopted a theoretical framework based upon the ideas of Gastón Bachelard and definitions of epistemological obstacles. Textbook illustrations were catalogued and classified according the following categories of obstacles: verbal, animistic, substantialism and realism. Our work allows to conclude that the Brazilian authors of textbooks have been very careful regarding the most known epistemological obstacles. However, we detected several illustrations which can add further epistemological obstacles and discuss their properties. Therefore, it is required that the high school teachers should keep a critical standpoint towards the current government-issued chemistry textbooks in order to minimize the negative effects of epistemological obstacles generated by student printed materials. The perspectives arising from this work is that teachers should establish criteria and work procedures to specify books to be produced by the Brazilian National Schoolbook Program, to be used in schools in order to keep suitable technical standards.

Key words : Atomic Models, Student Textbooks, Epistemological Obstacles.

INTRODUÇÃO

A compreensão sobre os Modelos Atômicos é imprescindível para o entendimento da maioria dos conceitos que constituem a área da Química, conteúdos como Conservação da Matéria, Ligações Químicas e Luminescência são apenas alguns assuntos que nos ajudam a ilustrar a importância de saber sobre os Modelos Atômicos.

Embora, a relevância dos Modelos Atômicos dentro da Química seja um consenso indiscutível, a realidade encontrada nas salas de aula não apresenta tal consonância. Testemunham a favor disso os vários trabalhos na literatura da área de ensino de ciências que identificam e caracterizam as concepções alternativas dos alunos.

Mortimer (2000) infere, após uma revisão na literatura acerca das concepções alternativas dos alunos para o átomo e a matéria, que grandes percentagens de estudantes, de distintas faixas etárias, têm as seguintes concepções sobre estes assuntos: veem a matéria como contínua; atribuem as características macroscópicas dos materiais ao comportamento individual das partículas; conferem propriedades animistas ao átomo.

Estes estudos também demonstram que de acordo com o passar do tempo e com o recebimento de instruções, os estudantes melhoram suas concepções para o átomo, contudo muitas das concepções alternativas são mantidas na idade adulta. (MORTIMER, 2000).

Para prosseguir esta investigação, é necessário considerar a realidade da maioria das escolas públicas quanto à falta de recursos para a realização de experimentos e, por vezes, até mesmo dificuldade em utilizar as tecnologias da informação. Neste contexto, os livros didáticos (LD) culminam como o recurso didático principal nas aulas sobre os modelos atômicos, considerando essa afirmação e o importante papel que o LD desempenha nas práticas docentes, torna-se necessária uma análise criteriosa acerca destes materiais.

Atualmente, com o advento do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), praticamente a totalidade dos alunos matriculados na educação básica recebe anualmente os LD de todas as disciplinas, entre estes estão os LD de Química. Estes são previamente analisados por uma equipe de avaliadores, proposta pelo Ministério da Educação (MEC), respeitando critérios, como a convergência com as diretrizes educacionais, a coerência e adequação da proposta teórico-metodológica, também são adotados critérios específicos do componente curricular Química. Os resultados destas avaliações são publicitados pelo MEC via Guia Nacional do Livro Didático, documento que apresenta aos professores os livros que integrarão o PNLD, tendo esses profissionais a liberdade de escolha sobre qual livro adotar.

Em pesquisa realizada por Lima e Silva (2010), envolvendo professores da rede pública de Minas Gerais, fora divulgado que cerca de 88% dos educadores declaram que o LD de Química é utilizado para apoiar a prática docente em sala de aula. Segundo os participantes da pesquisa, o livro seria utilizado durante a resolução de problemas, leitura para acompanhar a explicação do professor, assim como, durante interpretações de gráficos, textos e observações de imagens e figuras. Sendo assim, podemos inferir que os LD são amplamente empregados pelos professores de Química, entre outras funções, para a visualização de imagens e demais recursos visuais.

Diante desse pressuposto, adotando um referencial epistemológico proposto por Gastón Bachelard, realizar-se-á uma análise acerca das imagens apresentadas nos livros didáticos de Química que integram o guia do PNLD 2015, buscando categorizá-las a fim de detectarmos a presença de imagens que possam representar obstáculos epistemológicos à aprendizagem sobre modelos atômicos. Portando, a análise dos LD como principal fonte de dados torna este trabalho uma pesquisa documental que visará indicar se as imagens estudadas poderão prejudicar a aprendizagem dos estudantes sobre os modelos atômicos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que norteia este trabalho apoia-se fortemente nas propostas de Gastón Bachelard, essa escolha tem como principal justificativa o discurso, ainda atual, proferido por Lopes (1992) em artigo à revista Química Nova.

Bachelard viveu em um período de grandes conquistas na ciência e de grandes mudanças na racionalidade humana, sabendo bem como interpretá-las, Não para fazer delas monumento cristalizado, [...] ao contrário, expondo todo seu caráter de rompimento com o conhecimento passado. (LOPES, 1992, p.254).

Haja vista esse caráter questionador e crítico dos pensamentos de Bachelard nos inclinam a trabalhar em sintonia com as ideias desse filósofo francês que em muito tem a colaborar com o ensino de ciências, diante de um contexto atual em que a educação visa à formação de cidadãos mais ativos e críticos na vivência em sociedade. Diante disso os professores de ciências têm pela frente um grande desafio: buscar a formação do cidadão apto à vivência em nossa sociedade, formação que se dá em uma escola que apresenta diversas contradições. Entre essas podemos incluir o emprego do livro didático, que, por muitas vezes, ocorre sem uma análise crítica por parte do professor.

Para Bachelard a construção do conhecimento se dá quando ocorre o enfrentamento entre o conhecimento anterior e a nova concepção, sempre que esse conhecimento anterior não for questionado há grande probabilidade que emerga algum entrave para a construção do conhecimento. Segundo o filósofo, a aprendizagem de Ciências pode ser prejudicada sempre que o estudante se depara com um obstáculo epistemológico, isto é, uma circunstância que dificultará a aprendizagem do conhecimento cientificamente aceito. (BACHELARD, 1996).

(...) é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p.17).

A detecção e caracterização dos obstáculos epistemológicos é imprescindível para que o professor possa promover a aprendizagem do aluno, superando o obstáculo epistemológico vigente. A partir de Bachelard (1996), serão quatro os obstáculos observados nesse trabalho, a saber:

Obstáculo verbal

O obstáculo verbal é caracterizado pelo emprego de uma imagem ou uma palavra que bloqueia a formação e a aprendizagem do conhecimento científico. Esse bloqueio decorre da utilização de imagens ou palavras ingênuas, que buscam minimizar a abstração necessária para o estudo de determinados assuntos. Essa palavra ou imagem única poderá dar conta, equivocadamente, de toda a modelagem referente ao conhecimento científico.

Na concepção pré-científica, a imagem precede o conhecimento científico, já na mentalidade científica, a imagem ou a analogia, sucede a teoria científica. Lopes (1990) não nega que as imagens auxiliam na acomodação da linguagem científica, sempre que a imagem é formada após a construção das ideias, entretanto, quando a formação da imagem é anterior, ocorre que esta atua como obstáculo à discussão das ideias.

Lopes (1990) categorizou os obstáculos verbais em três categorias, a saber: a) equívocos de linguagem dos autores; b) desatenção em relação às rupturas entre o senso comum e o

conhecimento científico; c) não percepção em relação à ruptura intrínseca ao próprio conhecimento científico.

Obstáculo Substancialista

Esse obstáculo é constituído por diversos componentes distintos e surge da tendência do espírito pré-científico em atribuir a um objeto as características necessárias para a explicação dos fenômenos científicos. Por exemplo, para o estudo das mudanças de estados é atribuído ao átomo à capacidade de derreter ou solidificar.

Obstáculo Animista

Para Lopes(1990) o obstáculo animista consiste nas dificuldades para a compreensão dos fenômenos físicos devido à atribuição de características vitais a entidades que não possuem tais características ou até mesmo valorizar majoritariamente as características vivas dos objetos, quando tais propriedades não representam o âmago do fenômeno

Estudar o obstáculo animista não significa desprezar os fenômenos biológicos, entretanto o domínio de conhecimento biológico para a compreensão de todo e qualquer fenômeno químico ou físico. (BACHELARD,1996).

Obstáculo Realista

O realismo defende que é possível construir ciência tendo como ponto de partida o superficial, o tangível e visual. Essa supervalorização da primeira impressão do fenômeno acaba gerando generalizações, características típicas do realismo, que compõem o espírito pré-científico, e podem vir a ser obstáculos epistemológicos, ao passo, que auxiliam na formação de pensamentos prematuros para explicar os mais diversos fenômenos observados.

O realismo é a filosofia que fundamenta o conhecimento do senso comum, já que reduzem ao máximo o caráter abstrato do assunto estudado. Discordando desse paradigma, Lopes (1990) afirma que o conhecimento não é encontrado no oculto, simplesmente é obtido a partir da construção científica. No realismo todo o conhecimento encontra-se oculto no objeto, o papel do sujeito é tomar esse conhecimento para si, essa crença acaba supervalorizando o papel do objeto.

Bachelard afirma que o maior problema do realismo em relação ao ensino está em conferir ao aluno uma incapacidade de realizar abstrações, tendo o professor o papel de tornar palatável aos alunos o conhecimento científico, ao invés de propiciar no aluno o desenvolvimento da capacidade de raciocínio e de abstração. Nesses casos, a tarefa de ensinar é resumida em apresentar uma metáfora realista, que possa ser compreendida sem maiores esforços por parte do aluno. (BACHELARD,1996).

METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas como amostra as quatro coleções de livros didáticos de química sugeridas pelo MEC por meio do Guia Nacional do Livro Didático. A escolha dessa amostra justifica-se devido ao alcance nacional do PNLD. Sendo que, as quatro coleções são constituídas por três volumes, cada volume destina-se, respectivamente, a um dos três anos do Ensino Médio. Nesse contexto, foram analisados os primeiros volumes dessas quatro coleções, já que em todas o assunto modelos atômicos fora apresentado no primeiro livro da coleção. Para

sistematizar a análise cada coleção recebeu um código, o qual será apresentado abaixo pelo Quadro 1.

Quadro 1- Coleções analisadas e codificação empregada

N.	Coleção - Autor	Código
1	Química - Martha Reis	MR
2	Química Cidadã - Wildson Santos e Gerson Mól	QC
3	Química - Mortimer e Machado	MM
4	Ser Protagonista - Murilo Tissoni	SP

Fonte: Autores.

As imagens apresentadas pelos Livros Didáticos para o ensino de modelos atômicos foram catalogadas e codificadas, afim de facilitar a análise requerida pelo trabalho, ao total foram analisadas 151 imagens, contidas nas obras estudadas. Essas imagens também receberam uma codificação específica. Ver tabela 1, abaixo:

Tabela 1- Código da Obra e Código das Imagens

Autor da obra	Imagens	Código das Imagens
Martha Reis	33	MR00
Wildson Santos e Gerson Mól	42	QC00
Mortimer e Machado	56	MM00
Murilo Tissoni	20	SP00

Fonte: Autores.

Após a análise destas imagens foi possível detectar a ação destas enquanto obstáculo epistemológico, ou seja, em que medida este recurso tão amplamente adotado pelos LD podem gerar dificuldades na compreensão dos assuntos a serem estudados em química. Diante disso, estas imagens foram estudadas a fim de enquadrá-las em uma das quatro categorias de obstáculos epistemológicos apresentadas no trabalho, a saber: 1) Obstáculo verbal; 2) Obstáculo substancialista; 3) Obstáculo animista; 4) Obstáculo realista.

É importante esclarecer que nem todas imagens foram consideradas obstáculos epistemológico pelo estudo, portanto somente aquelas categorizadas como obstáculo epistemológico serão discutidas a seguir, nos resultados e discussões, as demais imagens demonstraram-se, segundo este referencial, adequadas ao ensino, contudo isso não garante a real validade dessas imagens aos objetivos do professor, cabe a este profissional decidir, segundo seus critérios, a relevância do emprego destas imagens no contexto de suas práticas escolares.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da categorização elaborada durante a pesquisa foi possível analisar a situação atual da abordagem dos modelos atômicos nos LD, por meio de imagens, assim como traçar paralelos com a pesquisa realizada por Lopes (1992), a partir dessas reflexões será possível reconhecer alterações na produção de livros didáticos nesse período e como tem sido a utilização de imagens como recurso didático.

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa em termos do número de imagens categorizadas em cada tipo de obstáculo epistemológico analisado e serão apresentados alguns exemplos de imagens que auxiliarão nas discussões dos resultados obtidos pela pesquisa (Tabela 2).

Tabela 2 - Categorização das imagens

Obra	Verbal	Substancialista	Animista	Realista
MR	1	-	-	3
QC	-	-	1	2
MM	1	-	-	3
SP	-	-	-	2

Fonte: Autores.

Partindo desse panorama, podemos constatar que o **obstáculo verbal** se faz presente nos LD no decorrer do assunto dos modelos atômicos, como exemplo, temos um exemplo clássico de obstáculo epistemológico, que pode ser considerado tanto verbal, como realista. (Figura 1).

Figura 1 - Panetone – MM18



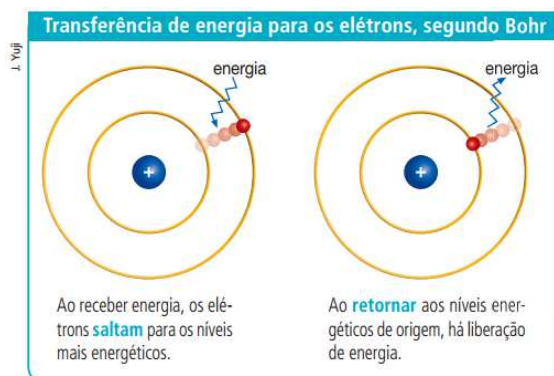
Fonte: (Mortimer e Machado, 2013, p. 162).

Consideramos esta imagem (MM18) como representante do obstáculo verbal nos LD, pois o termo “panetone” acaba tornando-se, assim como, o famigerado “pudim de passas”, sinônimo para o modelo atômico de Thomson, o que acaba fazendo com o que o aluno evite empregar a capacidade de abstração para entender o assunto e associe rapidamente o modelo de Thomson ao “panetone”. Já a classificação como um obstáculo realista se dá devido à busca por simplificar, em uma imagem, o “panetone”, o conjunto de conceitos associados ao modelo de Thomson, como as cargas elétricas, os elétrons, assim como a interação entre essas cargas.

Por outro lado, temos que o obstáculo substancialista não mais assombra os LD de química quando o assunto é modelos atômicos o professor estar preparado para buscar desconstruir essa noção equivocada.

O obstáculo animista foi detectado uma única vez durante a pesquisa, conforme pode ser visualizado abaixo. (Figura 2).

Figura 2- Saltos Quânticos – QC32

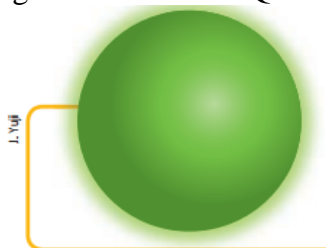


Fonte: (Santos e Mól, 2013, p.171)

Embora, cientificamente, o termo “salto quântico” esteja adequado, é inegável que a afirmação de que os elétrons executem “saltos”, possa fazer o aluno pensar que os “saltos” são provas de que estas partículas sejam dotadas de vida, logo é necessário ter bastante prudência ao desenvolver este tópico, utilizando não só a imagem, assim como o termo “salto”.

Sobre o **obstáculo realista**, temos que este é o único obstáculo epistemológico detectado nas quatro obras, abaixo podemos perceber como os LD apresentam esse obstáculo. Ver figura 3.

Figura 3- Orbital s –QC37



Fonte: (Santos e Mól, 2013, p.173)

A figura 3 (QC37) demonstra o problema do realismo, busca-se com essa figura tornar palatável ao aluno a noção de orbital, no entanto para isso é utilizada uma demonstração extremamente pobre, que em nada se aproxima à riqueza do conceito de orbital. Abaixo pode ser visualizada a figura 5, que demonstra o obstáculo realista por tentar concretizar um conceito que tem em suas definições características abstratas como raio atômico.

Figura 5 - Maracanã – MM23



Figura 6.23
Estádio da Maracanã, no Rio de Janeiro, 2007.

Fonte: Mortimer e Machado, 2013, p.166).

A figura 5, sob o código MM23, ilustra um clássico exemplo de analogia para demonstrar as escalas de tamanho das partículas atômicas do átomo de Rutherford, o emprego descuidado dessa imagem poderá causar um prejuízo enorme ao aluno, no sentido da noção das medidas das partículas atômicas, algo já alertado por Mortimer (2000), quando este indica que muitos estudantes têm a noção que os átomos são suficientemente grandes para serem vistos por um microscópio ou pesado utilizando balanças. Logo, é no mínimo temerário adotar uma analogia que apresente tamanha distorção entre as escalas do alvo (núcleo e eletrosfera do átomo) e do análogo (estádio do Maracanã), para lançar mão desse recurso o professor deverá indicar ao aluno as limitações desta analogia.

Sendo assim, é cômodo ao docente e também ao aluno assumir estas imagens como sendo a representação do que de fato é o fenômeno ou conceito científico que configura o objeto da aprendizagem. Contudo, essa postura pode impedir a real compreensão sobre o assunto estudado à luz do conhecimento científico, sendo necessária uma ruptura com essa forma de ensinar e de aprender.

CONCLUSÃO

É perceptível pelos resultados do estudo que os autores de LD têm desprendido certa atenção para a questão dos obstáculos epistemológicos, contudo estes ainda se fazem presentes em todas as obras selecionadas pelo PNLD para o componente curricular química. Além disso, é necessário fazer a ressalva que somente foram analisados os capítulos referentes ao estudo dos modelos atômicos, não podendo esse quadro ser generalizado em absoluto para os demais assuntos.

Sobre o obstáculo verbal e animista pode-se dizer que os LD não apresentam tais obstáculos com uma recorrência preocupante, entretanto, esses obstáculos podem ser apresentados durante a explicação por parte do professor, questão que pode ser abordada em futuros estudos que possam investigar a ação docente à luz desse referencial.

O fato dos LD não apresentarem o obstáculo substancialista no decorrer desta pesquisa não garante que o substancialismo não permaneça atuando como fator dificultador à aprendizagem sobre os modelos explicativos para o átomo. Pois, a concepção substancialista pode e provavelmente surgirá a partir dos alunos, devendo o professor ficar alerta para esses casos.

Sobre o obstáculo realista é necessário que tenhamos um maior cuidado daqui pra frente, pois este obstáculo segue muito presente nos LD e consequentemente em nossas salas de aula, é claro que ensinar assuntos como orbitais, exigem, por muitas vezes, empregos de analogias e até simplificações, contudo estes recursos devem ser acompanhados de sérios esclarecimentos, ao aluno, em termos da validade dessas adaptações. Por que muitas vezes o esforço de facilitar a compreensão de um assunto pode dificultar não só o entendimento dos conceitos em questão, mas também dificultar a aprendizagem do estudante para outros tópicos conceituais. O fato de o obstáculo realista estar tão presente nos LD é reflexo da angústia, alimentada por alunos e professores em desenvolver os aspectos abstratos dos conteúdos.

Emerge com clareza após essa pesquisa que o papel de determinar como e em que medida se dará a utilização do LD é do professor, somente esse profissional saberá distinguir os momentos em que deve lançar mão desse recurso ou não. Para isso, deve estar preparado para analisar e avaliar os livros que adotará em suas práticas docentes, o que implica em estudos e na participação em espaços sobre como analisar de forma crítica os livros didáticos que são indicados pelo PNLD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia do Livro didático – PNLD 2015: Química: Ensino Médio**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014. Disponível em <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-151> 2015. Acesso em 10 de dez. de 2016.
- LIMA, M. E. C. de C.; SILVA, P. S. Critério que professores de Química apontam como orientadores da escolha do Livro Didático. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.12 , n.02, p121-136 mai-ago 2010.
- LOPES, A.R. C.; **Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Química**. 1990. 290f. Dissertação (Mestrado em Educação); IESAE; Rio de Janeiro, 1990.
- LOPES, A.R.C.; Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da Ciência Química; **Química Nova**, São Paulo, v.15; n.3; 1992.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. 2.ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- REIS, Martha. **Química**. 1.ed. São Paulo. Ática, 2013.
- SANTOS, W. L. P. dos S.; MÓL, G. de S.. **Química Cidadã**. 2.ed. São Paulo: AJS, 2013.
- TISSONI, Murilo Antunes (org.). **Ser Protagonista – Química**. 2.ed. São Paulo: Edições SM, 2013.