

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA
A CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

MYCHELLE AMORIM DEFENTI BERNARDINO

AS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO
ESTADO DO PARANÁ NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

MARINGÁ
2010

MYCHELLE AMORIM DEFENTI BERNARDINO

AS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO
ESTADO DO PARANÁ NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

Qualificação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador:
Prof. Dr(a). Maria Aparecida Rodrigues

Co-Orientador:
Prof. Dr(a). Luzia Marta Bellini

MARINGÁ
2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA
A CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

AS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO DO
PARANÁ NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

MYCHELLE AMORIM DEFENTI BERNARDINO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM EDUCAÇÃO.

Aprovado em 09 de Abril de 2010.

Prof. Dr(a). Maria Aparecida Rodrigues
Orientador – Presidente da Banca Examinadora
Universidade Estadual de Maringá – Programa de Pós-graduação em Educação

Prof. Dr.Eliane Sebeika Rapchan
Membro Interno da Banca Examinadora
Universidade Estadual de Maringá – Programa de Pós-graduação em Educação

Prof. Dr.Gerson de Souza Mól
Membro Externo da Banca Examinadora
Universidade de Brasília – Instituto de Química – Programa de Pós-graduação Regional

MARINGÁ
2010

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por guiar meu caminho e animar meu coração nos momentos obscuros.

Ao meu esposo, Kleber, pelo apoio constante e incansável e, sobretudo, por entender e perdoar os momentos de ausência quando me dedicava aos estudos.

Aos meus pais, Carlos Filho e Edite, pelo carinho e dedicação a mim devotados ao longo de minha vida, sendo responsáveis pela minha formação e caráter. Também agradeço aos meus irmãos, Carlos Neto e Carla, pelas palavras de ânimo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da UEM, a todos os professores, pela oportunidade de enriquecer minha formação acadêmica por meio do curso de mestrado.

A Prof. Dr(a). Maria Aparecida Rodrigues, minha orientadora, por sua paciência, dedicação, e sugestões sempre visando à concretização e sucesso desse trabalho. E também, a Co-Orientadora Prof. Dr(a). Luzia Marta Bellini, pela colaboração na elaboração desse trabalho.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, professores: Dr(a). Eliane Sebeika Rapchan, Dr. Gerson de Souza Mól que muito contribuíram para o aprimoramento desse trabalho.

Aos colegas que fiz durante o curso, em especial a Mariana Moran, Rosana Franzen Leite e Karla Lovis, pelo companheirismo ao longo do curso, bem como pelas construtivas contribuições de cada por meio de nossas discussões.

À Tânia, por estar sempre pronta a tirar dúvidas e pelas suas palavras de incentivo.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Não há nada melhor para o homem que comer, beber e gozar o bem-estar no seu trabalho. Mas eu notei que também isso vem da mão de Deus”.

Eclesiastes 2.24

BERNARDINO, M. A. D. **As analogias do Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná no processo ensino-aprendizagem**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o ensino de Matemática)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

RESUMO

As analogias no âmbito da educação, em particular nas ciências da natureza, têm a função de auxiliar o aluno na compreensão de conceitos e fenômenos desconhecidos, por meio de comparações de atributos de similaridade com outros já conhecidos. Nesse contexto, as analogias podem ser consideradas um recurso com grande potencial didático no processo ensino-aprendizagem. Tendo em vista que os livros didáticos são, para muitos professores, o principal material utilizado, esta pesquisa teve como objetivo identificar e analisar as analogias do Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná (LDPQ/Pr), com base nos pressupostos teóricos de Gaston Bachelard, especificamente os que se referem aos obstáculos epistemológicos. Para identificar e categorizar as analogias distribuídas nos quinze capítulos dessa obra, apoiamo-nos em Mól (1999) para compreender a definição de analogia. Fundamentamo-nos nos critérios adotados por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), que orientaram a compilação dos dados. Como resultados, foram encontradas 25 (vinte e cinco) analogias, abrangendo os diferentes tópicos de Química do livro. Há que se ressaltar que os tópicos que apresentaram predominância de analogias foram os de ligações químicas e estrutura atômica. De acordo com o critério “nível de enriquecimento”, 22 (vinte e duas) das analogias encontradas são simples, ou seja, compartilham um único atributo. Além disso, os autores dos capítulos desse livro não trazem explicações para propiciar o entendimento dessas analogias nem alertam sobre as possíveis limitações relacionadas ao uso das mesmas. Entre os principais resultados, podemos inferir também que a maioria das analogias encontradas no material analisado pode gerar obstáculos epistemológicos tanto do tipo animista como realista.

Palavras-chave: Livro didático. Analogias. Obstáculos epistemológicos.

BERNARDINO, M. A. D. **The analogies and images of the textbook Chemistry of the public State of Paraná on the teaching-learning process.** 2010. 93 f. Thesis (Masters in Educaion for the Science and Mathematics Education)–University of Maringá, Maringá, 2010.

ABSTRACT

The analogies in education, particularly in the sciences of nature, have the role to help the student to understand unknown concepts and phenomena, through comparisons of similarity attributes with other ones known. In this context, analogies can be considered a resource with great didactic potential in teaching and learning process. Considering that schoolbooks are the main material for many teachers, the purpose of this research is to identify and study the analogies of the public Chemistry schoolbook from Paraná State. This work is based on Gaston Bachelard's theoretical assumptions, specifically those which refer to the epistemological obstacles. To identify and categorize analogies distributed in fifteen chapters of the schoolbook, we based on Mol (1999) to understand the definition of analogy. The adopted criteria by Monteiro and Justi (2000) and Francisco Junior (2009) guided the data compilation. As results, we found twenty five analogies, covering the different chemistry topics of the book. It is necessary to emphasize that the topics that presented more analogies were the chemical bonds and the atomic structure. According to "level of enrichment" criterion, twenty-two of the analogies found are simple, that is, they share a single attribute. Moreover, the authors of the chapters of this book do not bring explanations for the understanding of these analogies nor warn about the possible limitations concerning their use. Among the main results, we can also infer that the most of the analogies found in the analyzed material can generate animist and realistic epistemological obstacles.

Key words: Schoolbook. Analogies. Epistemological obstacles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Significado das analogias, segundo Duit (1991 apud MÓL 1999).....	40
Figura 2 – Fluxograma conceitual para comparações.....	40
Figura 3 – Modelo Atômico de Rutherford.....	42
Figura 4 – Construção de bicicleta	42
Figura 5 – Átomos praticando rapel.....	60
Figura 6 – O dragão que cuspe fogo no estômago.....	64
Figura 7 – Modelo Chave e fechadura.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios de avaliação para analogias.....	55
Tabela 2 – Analogias identificadas e o conceito alvo ao qual se referem.....	58
Tabela 3 – Analogias e o tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo	65
Tabela 4 – Analogias e a forma como são apresentadas no texto	67
Tabela 5 – Analogias classificadas, conforme a Condição ou o Nível de abstração dos conceitos da analogia e do alvo	69
Tabela 6 – Analogias e suas posições no texto em relação ao conceito alvo.....	71
Tabela 7 – Analogia e seus Níveis de enriquecimento	73
Tabela 8 – Analogias, estratégias de identificação e explicações	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CALDEME	– Campanha do Livro Didático e Manuais de Ensino
CBPE	– Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais
CILEME	– Campanha de Inquérito e Levantamento de Ensino Médio e Elementar
CNLD	– Comissão Nacional do Livro Didático
CNME	– Campanha Nacional de Material Escolar
COLTED	– Comissão do Livro Técnico e Didático
DEM	– Departamento de Ensino Médio
FAE	– Fundação de Assistência ao Estudante
FENAME	– Fundação Nacional de Material Escolar
FNDE	– Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
INEP	– Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos
INEP/MEC	– Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacional Anísio Teixeira
INL	– Instituto Nacional do livro
LD	– Livro Didático
LDPQ/Pr	– Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná
MEC	– Ministério da Educação e Cultura
PNAE	– Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNLD	– Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	– Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PNSL	– Programa Salas de Leituras
PNSP	– Programa Nacional Biblioteca do Professor
PRENEM	– Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PROMED	– Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio
SEED-Pr	– Secretaria de Estado da Educação do Paraná
SNEL	– Sindicato Nacional de Editores de Livros
USAID	– Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 O LIVRO DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM	13
2.1 PANORAMA HISTÓRICO-POLÍTICO DO ENSINO NO BRASIL	13
2.1.1 Brasil Colônia	14
2.1.2 Brasil Império	15
2.1.3 Brasil República	16
2.2 O HISTÓRICO SOBRE O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL	21
2.3 A POLÍTICA DO LIVRO DIDÁTICO DO ESTADO DO PARANÁ	26
2.3.1 Caracterização do livro estudado	29
2.4 A RELEVÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NA EDUCAÇÃO.....	31
3 AS ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS	39
3.1 A RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS DE ANALOGIAS NA ÓTICA DE BACHELARD	47
4 A PESQUISA	54
4.1 DESCRIÇÃO DO LDPQ/PR	54
4.2 PERCURSOS METODOLÓGICOS	54
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ.....	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS.....	81
ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

Muitos foram os caminhos pensados e percorridos até a realização deste trabalho. Ao finalizar o curso de graduação (Licenciatura em Química), meu interesse em continuar os estudos me fez procurar um programa de pós-graduação em nível de mestrado. Como um dos requisitos para participar do processo de seleção dos programas de mestrado é a elaboração de um projeto, em geral, dentro de uma das linhas de pesquisa que esses programas oferecem, elaborei um projeto para participar do processo de seleção, com a intenção de pesquisar as concepções de ensino de licenciandos em fase final do curso de Química.

Porém, ao ingressar no Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, comecei a cursar as disciplinas para cumprir os créditos pré-estabelecidos e, ao estudar análise de discurso em uma das disciplinas e fazer a leitura de Reboul (2004) e Breton (2003), comecei a me interessar pelo estudo dos diversos sentidos que a linguagem pode adquirir na argumentação. Assim, pude estudar as figuras de retórica, buscando o entendimento da argumentação em situações de ensino, em especial no discurso de textos didáticos de Química.

Nessa fase do curso, encontrava-me também às voltas com a definição do objeto de pesquisa e a re-elaboração do projeto, tendo inclusive pensado em pesquisar algo relacionado às figuras de retórica.

Logo no início do curso, também comecei a lecionar Química para o Ensino Médio em um colégio particular. Assim, por meio de conversas informais com professores dessa área da rede estadual de ensino, pude perceber que esses profissionais expunham que o livro didático público de Química não era utilizado em sala de aula, pois tais professores consideravam que esse livro abordava os conceitos químicos de forma superficial, além de apresentar alguns conceitos equivocados.

Diante dos problemas encontrados nesse livro, conforme os argumentos dos professores de Química da rede pública, pensamos na elaboração de um projeto com intuito de identificar as figuras de retórica, em especial as analogias e metáforas nesse material.

No entanto, no decorrer da pesquisa, principalmente depois do embasamento em alguns autores que tratam do uso das analogias no ensino de Química, a partir de uma leitura minuciosa de sua obra, optamos por estudar somente as analogias, fundamentando-nos em Mól (1999) e Bachelard (1996).

Muitos pesquisadores estudam a linguagem do tipo analógica preocupados com a sua utilização e as consequências que podem acarretar na educação. A maioria dos professores e autores de livros didáticos emprega amplamente as analogias no ensino, seja de forma consciente ou inconsciente, principalmente nas disciplinas que formam o campo das ciências, como é o caso da Química, Física e Biologia, por tratarem de conceitos abstratos, desconhecidos para os alunos. Dessa forma, as analogias podem ser consideradas como um recurso didático de ampla utilização em sala de aula, podendo ser caracterizadas como potencialmente úteis na aprendizagem.

Sendo assim, quando um professor emprega um termo analógico em suas explicações, ele consegue perceber se o aluno compreendeu ou não tal conceito. Caso não ocorra a compreensão por parte do aluno, o professor pode lançar mão de outra analogia ou até mesmo outro recurso didático para facilitar o aprendizado. Já com relação aos autores de livros didáticos, essa percepção não existe, por isso, há de se salientar a importância de os autores utilizarem analogias bem estruturadas, isto é, deixar bem evidente para o aluno-leitor as similaridades entre o conhecido e o desconhecido e, ainda, antecipar qualquer limitação que o estudante possa ter frente à relação analógica estabelecida pelo autor (HOFFMAN e SCHEID, 2007).

No bojo dessas questões e por entender que a qualidade desse livro didático seria de fundamental importância, já que ele é recomendado como apoio para os professores no preparo de seus planejamentos, e concebendo que a linguagem expressa nos livros didáticos pode ser um facilitador na aprendizagem, propomos o presente trabalho, cujo objetivo é identificar e analisar as analogias no Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná (LDPQ/Pr) e verificar se as analogias empregadas podem gerar obstáculos epistemológicos no processo ensino-aprendizagem.

Para a fundamentação teórica deste trabalho, apoiamo-nos em Bachelard (1996), Mól (1999), Monteiro e Justi (2000), Francisco Junior (2009), entre outros. Nosso objeto de pesquisa foi o exame das analogias no LDPQ/Pr na ótica de Bachelard. Portanto, delineamos o problema de pesquisa, a partir das seguintes indagações: As analogias utilizadas no livro são apropriadas para a construção do conhecimento científico? Ou seja, podem ser consideradas potencialmente úteis na aprendizagem? Os autores, ao longo dos textos, desconstruem as analogias e imagens utilizadas no livro didático? As analogias empregadas no LDPQ/Pr cumprem uma função explicativa? Como os autores inserem e exploram as analogias nos textos? As analogias, do modo como são utilizadas no livro em questão, podem gerar obstáculos epistemológicos no processo ensino-aprendizagem? Nossa hipótese de pesquisa é a

de que o livro didático de Química para o Ensino Médio produzido para o ensino público do Estado do Paraná, embora seja divulgado como inovador, mantém o padrão de linguagem e imagens dos livros didáticos utilizados há décadas, não apresentando inovações didáticas.

Tendo em vista o referido objetivo, na seção 2, trataremos do livro didático no processo ensino-aprendizagem, iniciando com um panorama histórico e político do ensino no Brasil. Em seguida, discutiremos a história do livro didático no Brasil e a política do livro didático do Estado do Paraná. Por fim, apresentaremos aspectos sobre a relevância do livro didático na educação.

Na seção 3, discutiremos as analogias nos livros didáticos, definindo o termo analogia e os conceitos correlacionados, tais como: metáfora, modelo e exemplo. Discorreremos também sobre a função da analogia no processo ensino-aprendizagem e sobre as vantagens e desvantagens quanto à sua utilização. Na mesma seção, explicitaremos a relevância dos estudos sobre analogia na ótica de Gaston Bachelard.

Na sequência, apresentaremos, na seção 4, a pesquisa realizada e os critérios que serviram de base para a identificação e análise dos termos analógicos utilizados no LDPQ/Pr. Na quinta seção, apresentaremos uma discussão sobre as analogias identificadas no livro em questão. Finalmente, na seção 6, teceremos algumas considerações relacionadas à questão das analogias presentes no material analisado.

2 O LIVRO DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

O livro didático tem se constituído ao longo da história como um dos principais instrumentos de ensino-aprendizagem; por isso, tornou-se um importante recurso para os professores. Especificamente no Ensino de Ciências, o livro didático tem ocupado o papel central e, conseqüentemente, tem sido objeto de estudo de várias pesquisas, tais como as apresentadas por Schnetzler (1981), Pretto (1985), Mortimer (1988), Lopes (1992), Megid Neto e Fracalanza (2003), entre outros. Mas antes de discutirmos a relevância do livro didático na educação, apresentaremos, nos tópicos seguintes, algumas implicações que envolvem a adoção do livro didático nas escolas públicas brasileiras, trazendo uma retrospectiva para contextualizar alguns aspectos históricos e políticos relacionados ao ensino no Brasil, bem como à história do livro didático.

Em um segundo momento, discutiremos a política do governo do Estado do Paraná em relação ao livro didático, caracterizando o livro didático público de Química, objeto desta pesquisa, e, na sequência, trataremos da relevância do livro didático na educação.

2.1 PANORAMA HISTÓRICO-POLÍTICO DO ENSINO NO BRASIL

Considerando que as ações atreladas ao livro didático no Brasil estão relacionadas a fatores políticos e econômicos, torna-se relevante apresentarmos, ainda que de forma sucinta, uma evolução histórica da política do ensino no Brasil.

Desde o Brasil Colônia até os dias atuais, ocorreram várias transformações no ensino brasileiro, na maioria das vezes influenciadas por interesses políticos e econômicos. Nesse cenário, o direito da população à cultura e à educação acabava ficando em segundo plano, como veremos na retrospectiva apresentada a seguir sobre o ensino no Brasil Colônia, Império e República.

2.1.1 Brasil Colônia

O ensino no Brasil iniciou-se com a vinda dos padres jesuítas de Portugal para o Brasil. Em 1549, a primeira escola foi fundada, na Bahia, pelo padre Manuel de Nóbrega e mais cinco missionários. Assim, iniciava-se a tentativa de um sistema escolar, que, tendo como objetivo ensinar a ler, escrever e doutrinar seminaristas e filhos da nobreza do reino, pautava-se no compromisso com a fé e a educação, assim como em sua propagação, obedecendo às exigências ecumênicas da Igreja (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Como os padres jesuítas tinham todo o apoio do governo, a eles eram transferidas todas as obrigações educacionais do país. Nos 200 anos da sua permanência, o ensino teve apenas um foco humanista; assim, durante muito tempo na educação brasileira, não foi desenvolvida nenhuma atividade que promovesse a produção científica, permanecendo o ensino estagnado. Portugal, que se encontrava distante das ideias inovadoras e revolucionárias do restante da Europa, não demonstrava nenhum interesse em mudanças.

Nessa mesma época, o governo português, envolvido em interesses políticos e econômicos, liderado pelo Marquês de Pombal, inicia uma violenta campanha contra os jesuítas. Com a expulsão desses padres em 1759, o ensino passou por um período muito difícil, pois no Brasil não havia um sistema educacional e o governo português não expunha o menor interesse em criar outro modelo de instrução que o substituísse. Como consequência, houve uma fragmentação formal do ensino, surgindo disciplinas isoladas, aulas régias em escolas carmelitas, beneditinas e franciscanas, nas quais se ensinavam algumas disciplinas como grego, retórica e gramática, embora sem apresentar uma estrutura formalizada e tampouco perspectiva para o ensino superior (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Com a transferência da corte de D. João VI para o Brasil em 1808 e a invasão do território português por tropas de Napoleão Bonaparte, houve uma série de transformações nos campos econômico, político e cultural no Brasil. Tais transformações são apresentadas e brevemente discutidas na subseção seguinte.

2.1.2 Brasil Império

A nova situação, com a presença da família imperial no Brasil, tanto no âmbito político como na educação, cria uma perspectiva para o surgimento de novas instituições de ensino no Brasil Império. Com a intenção de modernizar e suprir as necessidades técnicas, foram criadas, gradativamente, as primeiras instituições de nível superior, tais como:

a Escola de Cirurgia na Bahia (1808) e a Academia Médica Cirúrgica no Rio (1809). Criou-se, ainda, o curso de Agricultura (1812) e Química (Química Industrial, Geologia e Mineralogia em 1817) na Bahia e o laboratório de Química (1812) no Rio de Janeiro. Essas escolas apresentavam, em seu currículo, noções de Física e Química, sendo que o enfoque maior era para as Ciências Naturais (OLIVEIRA SANTOS, 2006, p. 28).

Com a emancipação política do Brasil, em 1822, o país não estava preparado para as situações que se relacionassem às leis que regiam as instituições políticas e administrativas. Sendo assim, buscava-se uma nova orientação educacional baseada nas ideias da revolução francesa. Com isso, D. João VI, segundo Higa (1977 apud Oliveira Santos, 2006), nomeou para Ministro o Conde da Barca Antônio Araújo de Azevedo, o qual incumbiu o general Francisco Borja Garção Stokler de elaborar um plano de ensino. Stokler, na tentativa de unificar o ensino, propõe dividi-lo em quatro classes:

1º grau: ensino elementar e primário ministrado a todos, independente da profissão e posição, em escolas chamadas Pedagogias e os mestres de Pedagogos; 2º grau: ensino mais desenvolvido das matérias do grau anterior e com os conhecimentos necessários aos agricultores, artistas, operários e comerciantes. As escolas encarregadas de tal função seriam os Institutos e Instrutores os mestres; 3º grau: ensino dos conhecimentos científicos básicos e de introdução aos estudos literários e científicos mais profundos, assim como de todos os ramos de erudição. As instituições correspondentes seriam os Liceus e seus mestres Professores. 4º grau: estudo das Ciências abstratas e suas aplicações e das Ciências morais e políticas em estabelecimentos designados por Academias e seus mestres por Professores (HIGA, 1977 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006, p. 30).

Essa proposta de unificação do ensino elaborada por Stokler teve pouca aceitação pela comunidade, não havendo interesse da metrópole em socializar o ensino, devido ao temor em relação a movimentos em busca da liberdade e contra a desigualdade social (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Com a fundação do colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro, em 1837, a história da educação brasileira toma um novo direcionamento. Pautado nas orientações dos colégios franceses, tal colégio serviu de referência para todas as escolas do país. Dessa maneira, inicia-

se o ensino secundário no Brasil com as disciplinas de latim, grego, francês, inglês, gramática nacional, retórica, geografia, história, ciência física e natural, matemática, música vocal e desenho (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Entre 1855 e 1865, o colégio D. Pedro II, influenciado pela comunidade europeia, faz alterações em sua estrutura curricular, transferindo os estudos científicos para os primeiros anos e aprimorando a formação clássica nas últimas séries. O ensino, mesmo com a industrialização, era somente demonstrativo, sendo as práticas apenas ilustrativas e executadas exclusivamente pelo professor; assim, o processo de aprendizagem era baseado na retenção pela memorização e não no raciocínio lógico-científico. Foi dessa forma que a educação se estendeu até o Brasil República (ZIMMERMANN, 1997 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006).

2.1.3 Brasil República

Com o fim do Império e o início da República, o Brasil ficou marcado, nesse período, pelo fim da escravatura e pela imigração de povos europeus para o Brasil. Com a mudança do modelo de trabalho escravista para assalariado, bem como com a imigração e o deslocamento da população antes escravizada para os centros urbanos, houve alteração do quadro econômico do país, principalmente, em São Paulo e Minas Gerais. Em virtude disso, houve avanço da economia cafeeira e lucratividade, acarretando uma expansão em que partes dos lucros obtidos foram destinadas a outros setores econômicos, como bancos, indústrias, construção de estrada de ferro, entre outros (TENÓRIO, 2009).

Dessa forma, com os novos investimentos, principalmente na área industrial, ocorreu um aumento nos grandes centros urbanos, estimulando a infraestrutura urbana, como edificações e transporte (MANFREDI, 2003 apud TENÓRIO, 2009). Com todo esse desenvolvimento, houve a necessidade de oferecer educação profissionalizante para as classes menos favorecidas economicamente, tanto para qualificar o profissional, como para que aqueles trabalhadores que necessitavam de instrução básica pudessem executar o trabalho.

No que se refere à política educacional, em 1890, o Ministro Benjamim Constant, influenciado pelas ideias de Augusto Comte, propôs a primeira reforma do ensino, que parecia constituir uma ruptura com a educação humanística, na medida em que era proposto um currículo enciclopédico com a inclusão de disciplinas científicas, atingindo desde o ensino

primário e secundário até o ensino superior (OLIVEIRA SANTOS, 2006). Contudo, a reforma proposta pelo Ministro foi um fracasso, e as críticas apontavam que

a diversidade e abrangência do currículo de Ciências (36 disciplinas diferentes), alto nível de abstração exigido nos estudos, além das capacidades dos alunos e, finalmente, a dissonância entre as noções teóricas com a supervalorização dos cálculos matemáticos. Além disso, as atividades práticas eram escassas, devido ao excesso de conteúdo a serem ministrados pelos professores (ALMEIDA JÚNIOR, 1979 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006, p. 34).

A Constituição da República, promulgada em 1891, instituindo o sistema federativo de governo, fez com que os Estados tivessem autonomia para elaborar as próprias leis sobre a educação em alguns graus de ensino. Aos Estados da Federação concedia-se a competência para promover e legislar sobre a educação primária, controlando a instrução em toda a nação, bem como para criar e controlar o ensino secundário acadêmico e a instrução em todos os níveis do Distrito Federal. Com relação aos outros Estados, ficou sob sua responsabilidade o controle dos ensinos primário e profissional (TENÓRIO, 2009).

Em 1892, no Distrito Federal, com o avanço da educação profissional, é criado o Instituto Profissional João Alfredo, que serviu de parâmetro para a implantação de novas propostas educacionais, como a de Fernando Azevedo, em 1929, que se transformou em um Instituto Profissional Eletrônico e Mecânico, e a de Anísio Teixeira, em 1932, que se tornou uma Escola Técnica Secundária. Entretanto, nenhuma dessas reformas teve êxito. A reforma comandada por Fernando Azevedo foi substituída pela de Anísio Teixeira, que, por sua vez, foi encerrada com a entrada do Ministro da Educação, Gustavo Capanema, durante o Estado Novo, isto é, na ditadura Varguista (TENÓRIO, 2009).

Segundo Tenório (2009), é importante ressaltar que foram implantados projetos de educação profissional que não haviam sido propostos pelo Estado ou pela classe dominante. Os sindicatos, que na época eram chamados de reuniões, realizavam trabalhos educacionais, mas, como não eram regulamentados, não seguiam as determinações impostas por meio de leis educacionais do Estado. Muitas dessas escolas permaneceram inertes, mesmo após a Revolução de 30, durante a chamada Era Vargas (TENÓRIO, 2009). O Governo Provisório, ao assumir o poder, estabelece seu regime administrativo sob o comando de Getúlio Vargas, por meio do decreto nº 19.402, de 14/11/30, instituindo o Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública, ao qual competia todos os assuntos referentes à educação, à saúde pública e à assistência hospitalar, e todas as instituições, os departamentos e as repartições públicas que estivessem de algum modo vinculados à área educacional ficariam nesse Ministério (ROMANELLI, 1978 apud TENÓRIO, 2009).

Dessa forma, o novo Ministério, comandado pelo Ministro Sr. Francisco Campos, que detinha todo o controle sobre o setor educacional, tem, entre as primeiras realizações, a reforma conhecida como Reforma de Francisco Campos, que tornou efetiva uma série de decretos, entre os quais os seguintes:

1. Decreto nº 19.850 – 11 de abril de 1931: cria o Conselho Nacional de Educação. 2. Decreto nº 19.851 – 11 de abril de 1931: dispõe sobre a organização do Ensino Superior no Brasil e adota o Regime Universitário. 3. Decreto nº 19.852 – 11 de abril de 1931: dispõe sobre a organização da Universidade do Rio de Janeiro. 4. Decreto nº 19.890 – 18 de abril de 1931: dispõe sobre a organização do Ensino Secundário. 5. Decreto nº 20.158 – 30 de junho de 1931: organiza o Ensino Comercial, regulamenta a profissão de Contador e dá outras providências. 6. Decreto nº 21.241 – 14 de abril de 1932: consolida as disposições sobre a organização do Ensino Secundário (SAVIANI, 2004 apud TENÓRIO, 2009, p. 3-4).

Nos anos que antecederam 1937, muito se discutiu no Brasil sobre as diretrizes que deveriam orientar a educação. Os debates então realizados tinham como base as ideias do movimento escolanovista¹ representado na Constituição de 1934, principalmente as que se referiam à gratuidade do ensino e sua universalização (TENÓRIO, 2009). A Constituição de 1937 estabeleceu que o ensino secundário tradicional formaria a classe dominante, enquanto o ensino profissional seria direcionado aos trabalhadores. Da mesma forma, essa constituição estabeleceu que também as indústrias e os sindicatos deveriam criar escolas profissionalizantes para atender aos filhos dos empregados e associados. Assim, o Estado estabelecia o seguinte critério:

o Estado utilizava-se das empresas para fomentar o Ensino Profissionalizante, visto que o investimento aplicado na criação dessas escolas ficaria a cargo do empresariado, que sentindo a necessidade de obter mão-de-obra qualificada aderiu a essa tarefa imposta pelo Estado com o uso da lei, isto é, da Constituição em vigor (TENÓRIO, 2009, p. 4).

No início da década de 50, surgiram as primeiras ideias sobre os projetos curriculares, cujo auge ocorreu na década de 60, influenciando o sistema educacional europeu e de outros países, entre eles o Brasil (OLIVEIRA SANTOS, 2006). O Brasil, nessa época, é marcado por uma crescente fase de industrialização, pela luta contra o governo ditatorial de Getúlio Vargas e, no ensino, apontava para urgentes reformas curriculares.

¹O ideário da Escola Nova veio para contrapor o que era considerado “tradicional”. Para maiores detalhes, consultar SAVIANI et al (2004).

O manifesto dos Pioneiros da Educação Nova², em 1932, já propunha idéias para a modernização de ensino. Uma das proposições era a mudança para metodologias mais ativas, visto que o ensino caracterizava-se como tradicional, teórico e livresco (OLIVEIRA SANTOS, 2006, p. 37).

No que se refere ao plano administrativo, Oliveira Santos (2006) afirma que houve duas conquistas: a criação do Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a do fundo Nacional do Ensino Médio, cuja expectativa era financiar o ensino secundário.

Em 1960, o mundo vivia o período chamado Guerra Fria entre os países Estados Unidos e a antiga União Soviética. O Brasil vivenciava uma expectativa de liberdade política, e todos estavam voltados para a construção de um novo país (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Em relação ao ensino, em 1961, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei nº 4024 – foi promulgada a ampliação do ensino de ciências no nível primário, elevando as condições de obrigatoriedade em todas as séries e o aumento da carga horária de disciplinas como Química, Física e Biologia do Ensino Médio (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

Com o golpe militar de 1964, a educação passou por grandes cortes de verbas e por reformas educacionais entre 1968 e 1971. No ano de 1967, foi criada uma emenda Constitucional que tornou obrigatório o ensino de 7 a 14 anos. Nesse mesmo período, iniciaram-se também os movimentos estudantis, motivados pela reivindicação por mais vagas nas universidades públicas. Como consequência dos aspectos mencionados, houve uma expansão do ensino superior privado para atender à demanda da população (ZIMMERMANN, 1997 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006).

De acordo com Oliveira Santos (2006), na década de 70, o mundo passava por uma crise energética, conhecida como a crise do petróleo, e isso refletiu na educação: os salários dos professores foram reduzidos, e o ensino começou a desenvolver interesse pela Educação Ambiental, devido às agressões ambientais sofridas pelo planeta.

Em 1971, com a Lei nº 5692, o ensino secundário passou a ser predominantemente profissionalizante. O aluno, para concluir o 2º grau, deveria fazer um curso técnico. Essa expansão do Ensino Médio para a formação do trabalhador teve como consequência a desvalorização da educação e das disciplinas científicas, pois, com esse modelo de ensino, não se conseguia formar cidadãos com espírito crítico, o aluno não tinha capacidade de refletir nem conseguia se qualificar para o trabalho (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

²O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, em 1932, baseou-se em parte nos ideários educacionais implantados em outros países, mas adaptados ao contexto brasileiro. O Manifesto foi liderado por Fernando de Azevedo, com o apoio de Anísio Teixeira, Roquette Pinto, Mario Casassanta, Cecília Meirelles e vários outros (VIDAL, 2003).

O que se percebe, ao longo da história sobre a política de ensino no Brasil, é que o Governo, na tentativa de resolver os “problemas” da educação, toma medidas como leis, decretos ou até mesmo programas, sem, muitas vezes, consultar técnicos, professores e pesquisadores da área de ensino antes de tomar tais decisões. Essas decisões são, em sua maioria, de natureza política e econômica, ficando o âmbito educacional formador em segundo plano. Com isso, esse “não se preocupar com as causas e os efeitos” que essas decisões políticas podem provocar faz com que o Governo precise novamente estabelecer outras medidas para tentar recuperar o que perdeu no processo decisório anterior.

Nesse contexto, no ano de 1972, o governo federal criou o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PRENEM), por meio do qual patrocinou vários projetos envolvendo a educação (OLIVEIRA SANTOS, 2006). Nesse período, o ensino foi influenciado pelas ideias da psicologia comportamentalista, de modo que a educação ficou reduzida a uma lista de habilidades a serem adquiridas pelos estudantes, os quais deveriam ser treinados e condicionados para obter tais habilidades.

Com essa forma de ensino, os professores não precisavam ser intelectuais, apenas teriam que apresentar habilidades técnicas para lecionar os conteúdos pré-estabelecidos, a fim de alcançar os objetivos no treinamento dos alunos.

No ano de 1985, iniciaram-se as primeiras ações no processo de democratização da política e da saída do governo militar do poder (OLIVEIRA SANTOS, 2006). A população brasileira queria ter o direito de eleger o presidente da república com as “diretas já”³. Mas a eleição do presidente, que ocorreu em um colégio eleitoral, foi orientada pela elite política, sem a participação da população (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

No que se refere à economia, esse período foi de recessão, com os planos econômicos que não conseguiram fazer com que o país crescesse. A década de 1980 ficaria conhecida como a “década perdida”⁴, por conta do reduzido crescimento econômico. Dada a ligação intrínseca entre crescimento econômico e educação, pode-se inferir que:

A sustentabilidade do desenvolvimento socioeconômico está diretamente associada à velocidade e à continuidade do processo de expansão educacional. Essa relação direta se estabelece a partir de duas vias de transmissão distintas. Por um lado, a expansão educacional aumenta a produtividade do trabalho, contribuindo para o crescimento econômico, o aumento de salários e a diminuição da pobreza. Por outro, a expansão

³“Diretas já” foi um movimento civil ocorrido em 1984, no qual o “povo” foi às ruas exigir que as eleições para a presidência do Brasil fossem diretas, ou seja, que o presidente fosse escolhido através do voto do povo, e não pelos militares (NAPOLITANO, 1995).

⁴“Década perdida” é a forma comumente empregada para se referir ao pífio crescimento econômico pelo qual o Brasil e outros países do mundo passaram a década de 1980. Ver BARROS et al (2002).

educacional promove maior igualdade e mobilidade social, na medida em que a condição de “ativo não-transferível” faz da educação um ativo de distribuição mais fácil do que a maioria dos ativos físicos. Além disso, devemos observar que a educação é um ativo que pode ser reproduzido e geralmente é ofertado à população pobre por intermédio da esfera pública. Essas duas vias de transmissão, portanto, tornam transparente que, do ponto de vista econômico, a expansão educacional é essencial para fomentar o crescimento econômico e reduzir a desigualdade e a pobreza (BARROS et al, 2002, p. 1).

Considerando essa relação, no âmbito educacional, houve, na década de 1980, uma massificação do ensino superior. Assim, para a pessoa que havia conquistado o direito de um diploma universitário, não havia mais garantia de emprego nem boas condições de trabalho.

A preocupação mundial, nesse período, é com uma educação voltada à formação do cidadão, por meio do ensino da ciência – tecnologia – sociedade (CTS). Nessa medida, passou-se a valorizar a capacidade da escrita, o uso da tecnologia (computador) e a enfatizar aspectos psicológicos no desenvolvimento pessoal.

Segundo Oliveira Santos (2006), na década de 90, foi implantado pelo governo federal o plano real, que conseguiu estabilizar a economia. Esse plano econômico fez com que houvesse uma melhora na distribuição de renda, permitindo que as pessoas pudessem consumir um pouco mais. Contudo, esse crescimento econômico e o desenvolvimento social foram pouco significativos, apesar de vários avanços terem ocorrido, como a modernização da telefonia e, na área da informática, a produção de softwares, alterando a vida de muitas pessoas.

Com todo esse desenvolvimento tecnológico, a internet trouxe contribuições para o ensino em sala de aula, dando origem a outras formas de pensar. Desse modo, as informações, além de serem divulgadas de forma oral ou escrita, poderiam ser transmitidas por meio de imagens. Na mesma década, o ensino almeja novas perspectivas, com a nova Lei de Diretrizes e Bases da educação de 1996 e o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais pelo governo federal (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

2.2 O HISTÓRICO SOBRE O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL

De acordo com Oliveira Santos (2006), os primeiros livros no Brasil, também conhecidos como manuais didáticos, eram cópias portuguesas que objetivavam ensinar o povo brasileiro a ler, escrever e a se doutrinar nos moldes do ensino jesuíta. Essa mesma autora

argumenta que o Livro Didático (LD) foi definido pela primeira vez no Brasil, por meio do Decreto-Lei 1.006, de 30/12/1938, Art. 2º parágrafo 1º: “Compêndios são os livros que exponham, total e parcialmente, a matéria das disciplinas constantes dos programas escolares” (OLIVEIRA, 1986 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006, p. 46). Ao longo da história do LD, podemos encontrar outras definições, entre elas, a do Sindicato Nacional de Editores de Livros (SNEL) de 1976, que define os livros didáticos “como agentes culturais por excelência, que se destinam a instruir, auxiliando o professor, em uma área do conhecimento humano”. Já Gérard e Roegiers (1998, p. 19) os definem como “manual escolar como um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia”.

Contudo, antes mesmo de existir uma definição para o livro didático, pode-se estabelecer que a trajetória dos livros didáticos no Brasil teve início em 1929, com a criação de um órgão específico para legislar sobre a política do LD: o Instituto Nacional do livro (INL). Esse órgão tinha como função a legitimação do livro didático nacional, contribuindo para o aumento da sua produção. No entanto, por um tempo, tal órgão teve apenas caráter figurativo, mantendo-se somente no papel (LORENZONI, 2004).

Porém, a partir de 1930, com a Reforma de Francisco Campos, o ensino passa a ser seriado e ocorrem modificações metodológicas, tendo consequência na educação. Assim, houve alteração na forma de organizar os conteúdos, que, se antes eram compêndios gerais, agora passam a ser seriados. Somente no ano de 1934, quando Gustavo Capanema é nomeado Ministro da Educação do governo do presidente Getúlio Vargas, o INL recebe suas primeiras atribuições, tais como: editar obras literárias para a formação cultural da população, elaborar uma enciclopédia e um dicionário nacional e expandir o número de bibliotecas públicas. Durante 11 anos (1934-1945), o INL trouxe poucas contribuições para a consolidação do LD no Brasil. Quando Gustavo Capanema deixa o Ministério da Educação, a enciclopédia e os dicionários ainda não haviam sido concluídos. Apenas as bibliotecas se expandiram para outros Estados, além do Rio de Janeiro e de São Paulo (LORENZONI, 2004).

Como a política do livro didático nessa época estava associada aos períodos ditatoriais dos governos de Getúlio Vargas e dos governos militares, em 1938, o LD é discutido em pauta do governo, por meio do Decreto-Lei nº 1.006/38, de 30/12/38, que instituiu a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) para tratar da produção, do controle e da circulação dessas obras. Nesse mesmo Decreto-Lei, no Art.3º, é estabelecido que, a partir de 1º de janeiro de 1940, os livros didáticos que não contivessem uma autorização prévia do Ministério da Educação, nos termos da lei, não poderiam ser adotados nas escolas primárias,

normais, profissionalizantes e secundárias em todo o país. No Art. 5º, proibia-se a imposição do governo em relação à escolha do LD, dando aos professores e diretores o direito de escolhê-lo, desde que o mesmo estivesse na relação das obras oficiais do governo (CURY, 2009).

Em 26 de dezembro de 1945, o Decreto-Lei nº 1.006 foi alterado para o Decreto-Lei nº 8460 pelo presidente José Linhares, logo após a queda da ditadura estadonovista. O novo Decreto manteve sua estrutura principal, introduzindo novas diretrizes, entre as quais a proibição de mudança do LD no decorrer do ano escolar e atribuição ao INL da função de publicar oficialmente os livros didáticos.

De acordo com Cury (2009), no ano de 1952, Anísio Teixeira, diretor do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP), propôs uma forma de superar as deficiências de qualificação dos professores do ensino secundário, instituindo duas campanhas: Campanha de Inquérito e Levantamento de Ensino Médio e Elementar (CILEME) e Campanha do Livro Didático e Manuais de Ensino (CALDEME). A CILEME tinha como objetivo fazer o levantamento das deficiências no processo de ensino e a CALDEME, a função de elaborar livros didáticos, guias e manuais de ensino para professores e diretores das escolas para suprir as deficiências indicadas pelo CILEME (CURY, 2009).

Em 1955, a CALDEME passa a fazer parte do Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais (CBPE), vinculado ao INEP, e, em 1956, foi transformada em Campanha Nacional de Material Escolar, sendo oficialmente instituída pelo Decreto nº 38.556, de 12 de janeiro de 1956, no governo Provisório de Nereu Ramos cujo Ministro da educação era Abgar Renault, vinculado ao Departamento Nacional de Ensino do Ministério da Educação. Nesse governo, foi estabelecido um Decreto, determinando que o material escolar produzido pela Campanha não deveria ser vendido por preço superior ao seu custo (CURY, 2009).

No ano de 1966, a partir de um acordo entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), permitiu-se, pelo Decreto nº 59.355, a criação da Comissão do Livro Técnico e Didático (COLTED), que tinha como objetivo “incentivar, orientar, coordenar e executar as atividades do MEC relacionadas com a produção, a edição, o aprimoramento e distribuição de 51 milhões de livros técnicos e de livros didáticos no período de três anos” (CURY, 2009, p. 124).

Em 1967, foi criada a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), dando continuidade ao trabalho desenvolvido pela Campanha Nacional de Material Escolar (CNME). A FENAME caracterizava-se como uma empresa, pois possuía linha de produção,

com gráfica própria, distribuição e comercialização de material. Nesse período, a política do livro didático estava sob o controle da COLTED e do INL. Em 1976, com a extinção desses órgãos, é transferida toda a incumbência da gestão das atividades de edição e distribuição do LD para a FEMAME, que seria extinta em 1983, com a criação da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) (CURY, 2009).

Dessa forma, a FAE foi gradativamente atribuindo normas reguladoras dessas ações e organizando-as em programas, além de implementar novas ações. A Fundação de Assistência ao Estudante desenvolveu vários atos instituidores, tais como: “Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o Programa Salas de Leituras (PNSL), O Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP) e o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)” (CURY, 2009, p. 126). O PNLD, criado em 1985 e que vigorou em 1986, tinha como finalidade a distribuição de livros escolares aos estudantes matriculados nas escolas públicas de 1º grau (CURY, 2009).

A FAE, de 1983 até 1997, foi a executora dos programas voltados para a política do livro didático. A partir de 1997, essa função passa a ser atribuída ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que mantém, basicamente, as mesmas estratégias, buscando o aprimoramento dos programas até os dias de hoje.

Dessa forma, os dois programas de distribuição gratuita dos livros didáticos – o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) referente ao ensino fundamental e o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), surgido só em 2003 – apresentam os mesmos princípios e estratégias de execução para a distribuição dos livros didáticos. O PNLD, no início, atendia os alunos das oito séries da rede pública, porém, a partir do ano de 2003, passa também a atender alunos de escolas de educação especial públicas e as instituições privadas definidas pelo censo escolar como comunidades filantrópicas. Vale ressaltar que o PNLEM foi criado em 2003 com a finalidade de distribuir livros didáticos para alunos do Ensino Médio, a princípio, para os alunos dos primeiros anos, pertencentes à rede pública das regiões Norte e Nordeste (CURY, 2009).

O PNLEM, a partir de 2007, passou a avaliar e selecionar obras didáticas destinadas aos alunos de Ensino Médio, as quais são incluídas no catálogo do programa nacional do livro didático, conforme estabelece o seu edital (PNLEM/2007), que trata dos princípios e critérios para a avaliação dos livros didáticos de Química.

Esses programas têm como base o cadastro das escolas no censo escolar anual do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacional Anísio Teixeira (INEP/MEC) e são mantidos pelo FNDE, com recursos financeiros do Orçamento Geral da União. O PNLD

também depende da arrecadação do salário-educação. Já o PNLEM depende dos recursos financeiros do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (PROMED) (CURY, 2009).

Assim, a escolha dos livros didáticos e a quantidade de exemplares a ser adquirida são de responsabilidade das escolas em parceria com as secretarias estaduais e municipais de educação. Caso exista alguma irregularidade, desde que comprovada a ocorrência de algum erro, o estado e o município podem solicitar alterações (CURY, 2009).

Ainda segundo Cury (2009), o processo de distribuição dos LD inicia-se com a avaliação dos conteúdos das obras apresentadas pelos autores e pelas editoras, passa pela elaboração e depois pela distribuição do Guia do livro didático, que orienta o professor na escolha do livro com o qual deseja trabalhar durante o ano letivo. Cada aluno do Ensino Fundamental tem o direito a um exemplar das disciplinas de Língua portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia a serem estudadas durante o ano escolar.

Além desses livros, o aluno da primeira série recebe um dicionário de língua portuguesa e, se o professor optar, também uma cartilha de alfabetização. Para o Ensino Médio, no início desse programa, cada aluno das redes públicas Norte e Nordeste tinha o direito a um exemplar das disciplinas de Português e Matemática. No ano de 2005, o FNDE lançou um edital do PNLEM/2007, o qual divulgou orientações sobre as avaliações e a escolha dos livros didáticos de Português, Literatura, Biologia, Física, Química, Matemática, Geografia e História. No ano de 2007, pela primeira vez, foram distribuídos os livros de biologia e, no ano de 2008, os livros de História e Química. Também houve a reposição dos livros de Português, Matemática e Biologia, cujos exemplares foram distribuídos de forma progressiva para todos os alunos e professores do Ensino Médio das escolas públicas de todo o país (OLIVEIRA SANTOS, 2006).

É importante ressaltar que, desde 1996, houve a preocupação em avaliar pedagogicamente os livros inscritos no PNLD/1997. Esse processo, que foi se aperfeiçoando, é aplicado até os dias de hoje. Os livros didáticos que apresentem algum erro conceitual ou conduzam ao erro, ou ainda exemplares que estejam desatualizados ou que apresentem, de alguma forma, preconceitos ou discriminações de algum gênero são excluídos do Guia do Livro Didático, não podendo ser adotados por nenhuma escola.

Portanto, a universalização da distribuição do livro didático abrange todos os Estados, com exceção do Paraná e de Minas Gerais, que preferem ter os próprios programas de distribuição e política do livro didático.

2.3 A POLÍTICA DO LIVRO DIDÁTICO DO ESTADO DO PARANÁ

O Estado do Paraná não faz parte do Programa Nacional do Livro Didático, isto porque o seu governo preferiu estabelecer uma Política Educacional, produzindo, assim, os Livros Didáticos Públicos do Estado do Paraná, fundamentados nas Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (CURY, 2009). A elaboração desses livros para o Ensino Médio foi coordenada por uma equipe técnico-pedagógica do Departamento de Ensino Médio (DEM) da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-Pr), de 2003 a 2006. Nesse período, foram publicados livros para doze disciplinas: Artes, Biologia, Geografia, História, Física, Química, Matemática, Filosofia, Sociologia, Literatura, Língua Portuguesa e Língua Estrangeira.

A SEED-PR justifica que essa proposta é inédita na rede pública do Estado do Paraná, pois se trata de um projeto que valoriza o intelecto do professor atuante na rede pública de ensino, oportunizando a formação continuada de seus docentes. Esses livros, em geral, são produzidos pelos próprios professores, ou seja, qualquer professor que esteja lecionando no Ensino Médio da rede pública pode inscrever seu projeto e produzir um material para apoiar o seu trabalho, com o intuito de desenvolver nas escolas, com os demais professores e alunos, condições de intervir em situações de ensino e aprendizagem (CRUZ e BALDINI, 2007).

Tal iniciativa do governo do Paraná seria bastante louvável se a intenção fosse realmente a formação continuada dos professores do Estado do Paraná, como afirma a SEED-Pr. No entanto, parece-nos que as circunstâncias que cercaram o surgimento do projeto dos livros didáticos públicos foram outras (RODRIGUES, 2007).

Segundo Rodrigues (2007), é sabido que, no ano de 2005, a Secretaria de Educação promoveu um edital para a compra direta das editoras de 900 mil livros para o Ensino Médio e a aquisição dos direitos autorais dos livros por dois anos, para poder imprimi-los em gráficas paranaenses, mantendo as mesmas características e reduzindo os custos. As editoras não aceitaram a proposta, alegando que essa prática não permitiria que os professores fizessem a escolha dos livros. Essa decisão contribuiu para que o governo criasse uma alternativa que não precisasse das editoras.

Com isso, a Secretaria da Educação, comandada por Maurício Requião, resolveu produzir e publicar os próprios livros, convidando os professores da rede pública paranaense, com apoio de professores universitários, para aproveitar a experiência educacional acumulada em sala de aula na produção de textos para compor os livros, recebendo, assim, pontuação

para o avanço na carreira do magistério, de acordo com a Resolução de Capacitação da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (RODRIGUES, 2007).

Assim, o livro didático do Estado do Paraná se torna mais barato em relação aos livros vindos das editoras, contribuindo para que o Paraná consiga distribuir livros de todas as disciplinas para todos os alunos do Ensino Médio (RODRIGUES, 2007).

Dessa forma, para a produção desses livros didáticos públicos do Paraná, foi desenvolvido um projeto denominado Folhas⁵, com a parceria de professores, consultores e profissionais das instituições de Ensino Superior de áreas específicas, com o objetivo de produzir um material que atendesse a realidade paranaense, oportunizando a formação continuada de seus professores, e contrapondo-se à modalidade tradicional de publicação de livros didáticos por parte de grandes editoras comerciais.

Nesse sentido, cada texto que compõe o Projeto Folhas deve seguir as recomendações da SEED-Pr para sua elaboração. Assim, os professores-autores submetem seus textos para avaliação da SEED-Pr, e se tais textos atenderem aos requisitos necessários, poderão se transformar em capítulos do livro (CRUZ e BALDINI, 2007). Os textos Folhas, conforme as recomendações dessa secretaria, terão que apresentar um problema inicial, desenvolvimento teórico disciplinar e contemporâneo e atividades que deverão aprofundar as teorias propostas, contemplando os conteúdos estruturantes: Biogeoquímica, Química Sintética e Matéria e sua Natureza, com base no que é dito nas Diretrizes Curriculares de Química do Paraná.

Para esclarecer o leitor, apresenta-se uma síntese de cada um desses conteúdos estruturantes (PARANÁ, 2009).

- Biogeoquímica: é o conteúdo estruturante voltado para a influência dos seres vivos sobre a composição química da terra, caracteriza-se pelas interações existentes entre hidrosfera, litosfera e atmosfera, e pode ser bem explorado a partir dos ciclos biogeoquímicos. Por exemplo: o ciclo do nitrogênio, que é um dos mais importantes ciclos globais, abrange um grande número de elementos químicos e constitui-se num processo ativo de troca de nitrogênio entre a atmosfera, a matéria orgânica e os compostos inorgânicos;
- Química Sintética: esse conteúdo estruturante foi consolidado a partir da apropriação dos conhecimentos da Química na síntese de novos produtos e novos materiais. Ele permite o estudo que envolve os produtos farmacêuticos, a indústria alimentícia (conservantes, acidulantes, aromatizantes, edulcorantes), os fertilizantes, os agrotóxicos;

⁵O “Folhas” é um Programa de Formação Continuada dos Profissionais da Educação, que propõe uma metodologia específica de produção de material didático, como forma de viabilizar a pesquisa dos saberes e fundamentos teórico-metodológicos das disciplinas que compõem a matriz curricular da Educação Básica da escola pública paranaense (PARANÁ, 2009).

- Matéria e sua natureza: é o conteúdo estruturante que vem se constituindo desde a Antiguidade, quando a preocupação fundamental era a origem do mundo e as causas das transformações na natureza. Por exemplo: quando abordamos o átomo, é necessário relacionar os aspectos macroscópicos dos materiais com que estamos habituados em nosso dia-a-dia para compreender o seu comportamento microscópico;

O Projeto Folhas desenvolve conteúdos de Química e de outras disciplinas, buscando a interdisciplinaridade ao contemplar os aspectos históricos e contemporâneos. Para o desenvolvimento de cada texto, é necessário que cada professor-autor tenha preocupação com a linguagem, que deve ser de fácil compreensão para os alunos. Outro aspecto a ser considerado, segundo a SEED-Pr, é que os textos contemplem a abordagem representacional dos conceitos Químicos, bem como fórmulas, equações, modelos, gráficos e equações matemáticas (CRUZ e BALDINI, 2007).

A elaboração dessa proposta político-pedagógica da gestão da Secretaria de Estado da Educação da Paraná, realizada no período de 2003 a 2006, teve como base os seguintes princípios: educação como direito de todo cidadão, valorização de todos os profissionais de educação, trabalho coletivo e gestão democrática em todos os níveis institucionais e atendimento às diferenças e à diversidade cultural. Mediante esses princípios, a Secretaria realizou, de forma democrática, ações que discutiam as orientações curriculares para a educação pública do Paraná. Nesse âmbito, os professores foram ouvidos e assim puderam contribuir para a valorização dos profissionais da educação. Todo esse trabalho resultou em programas de formação continuada de professores, nos quais estes produziam conhecimentos com e para os professores e alunos (CRUZ e BALDINI, 2007).

No final do ano de 2004, foi enviada pela SEED-Pr uma carta aos professores da rede pública que atuavam no Ensino Médio, convidando-os a se inscrever no processo de seleção. Os interessados se propuseram a escrever um “Folhas” e enviá-lo ao DEM/SEED-Pr para a análise dos profissionais da área de sua disciplina. Para cada disciplina de tradição curricular no Ensino Médio, foram selecionados cinco professores, totalizando sessenta docentes (abrangendo as doze disciplinas) e, para auxiliar nas produções dos capítulos desses livros, dois autores de livros didáticos. Para a realização desse projeto, os professores-autores, assessorados pelos técnicos pedagógicos do departamento e por consultores de Instituições de ensino Superior, foram liberados de suas atividades no período de seis meses (CRUZ e BALDINI, 2007).

Nessa perspectiva, segundo Cruz e Baldini (2007), planejou-se uma metodologia que permitisse encontros presenciais, trocas de ideias por meio de *chats* e reuniões disciplinares

extraordinárias, dando oportunidades para toda a equipe realizar grandes debates. Esses livros didáticos públicos foram elaborados, conforme Cruz e Baldini (2007), como um trabalho que aliou criatividade e experiências pedagógicas, o que foi de extrema importância para relacionar o cotidiano de sala de aula com a realidade dos alunos nessas produções. Quando concluídos os trabalhos, estes foram disponibilizados no Portal dia-dia-educação, proporcionando uma maior interação com os demais professores da rede pública. No segundo semestre de 2006, os trabalhos foram editados e, no final desse mesmo ano, os alunos receberam os livros para cada disciplina.

2.3.1 Caracterização do livro estudado

O livro didático público de Química do Estado do Paraná, em sua 2ª edição, é um livro de volume único, utilizado para as três séries do Ensino Médio. É caracterizado como um livro de apoio para ensinar e aprender Química, que, segundo a Secretaria de Estado da Educação do Paraná, apresenta textos que valorizam o conhecimento científico, filosófico e artístico, bem como a dimensão histórica da disciplina, promovendo, conforme a argumentação da SEED-Pr, uma linguagem que aproxima esses saberes da realidade dos professores e dos alunos. O objetivo desse livro, na concepção da SEED-Pr, não é esgotar os conteúdos, mas discutir a realidade em diferentes perspectivas e análises. Como afirmam os autores Cruz e Baldini (2004), a SEED-Pr não quer apresentar dogmas, e sim questionar o conhecimento para compreendê-lo melhor.

Desse modo, os conteúdos nesses livros são abordados como recortes de assuntos mais amplos que estruturam e identificam as disciplinas escolares. Outro aspecto desse livro, que, segundo a Secretaria do Estado do Paraná, é um diferenciador é a presença, ao longo do texto, de atividades que configuram a construção do conhecimento por meio do diálogo e da pesquisa.

Para o professor da rede pública do Estado do Paraná participar desse programa, ele deve seguir alguns requisitos determinados pela SEED-Pr, por meio de um Manual Folhas Química, disponível no *site* da Secretaria de Educação, o qual serve como referencial para o professor que queira participar desse projeto. No caso de uma produção em conjunto, os professores-autores, se possível, devem lecionar na mesma escola, sendo que cada autor

poderá ter até três colaboradores, entre os quais pelo menos um que seja habilitado na disciplina principal do Folhas e os demais, nas disciplinas envolvidas (PARANÁ, 2009).

As produções didáticas, conforme recomendação da SEED-Pr, devem obrigatoriamente apresentar um problema inicial, com o objetivo de desafiar o aluno, fazendo com que ele busque soluções para a resolução ou discussão do problema proposto, bem como o desenvolvimento teórico disciplinar e contemporâneo com recortes de conteúdos. Além disso, esses textos devem trazer soluções para os problemas propostos inicialmente, porém não necessitam ser muito explicativos, longos e acadêmicos. Recomenda-se também que os textos estabeleçam relações com os aspectos contemporâneos, com abordagens atuais do conhecimento em pauta, bem como aplicações práticas dos conceitos. Quanto ao desenvolvimento teórico interdisciplinar, item relevante segundo a SEED-Pr, o autor do “Folhas”, além de abordar conceitos referentes à sua disciplina, deverá buscar em outras disciplinas meios para auxiliar o aluno a compreender os conceitos ou mostrar a aplicabilidade da sua disciplina em outra (PARANÁ, 2009).

Outro requisito considerado importante pela Secretaria do Estado é a proposta de atividades desses materiais didáticos. Tais atividades deverão ser distribuídas ao longo do texto, de maneira a aprofundar as teorias envolvidas, não podendo ser exercícios mecanizados e repetitivos. Quanto ao último item dos requisitos – as referências –, o autor terá que fazer citações, seguindo as normas desse manual e respeitando os direitos autorais. No que diz respeito ao uso de imagens, a secretaria possui um banco de imagens que pode ser utilizado pelos autores ou ainda o autor poderá utilizar fotografias do próprio acervo (PARANÁ, 2009).

Mediante essa realidade, a SEED-Pr sugere a todos os professores da rede pública do Paraná a fazer suas contribuições para o desenvolvimento da educação no Estado, aliando suas experiências em sala de aula com a realidade dos alunos. Com esse processo, a Secretaria do Estado do Paraná criou livros didáticos públicos para todas as disciplinas e disponibiliza em seu *site* todo o procedimento que o professor poderá seguir para participar desse projeto.

Diante desse contexto, podemos levantar a seguinte questão: Qual é a importância de criar ou adotar um livro didático para o ensino? É o que iremos discutir no próximo item.

2.4 A RELEVÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NA EDUCAÇÃO

O livro didático, de uso restrito às escolas, surgiu como um complemento aos livros clássicos. Os livros didáticos, em geral, reproduziam os valores da sociedade, divulgando as ciências e a filosofia, reforçando o ensino tradicional, no qual a aprendizagem está centrada na memorização. E, por muito tempo, o livro didático cumpriu essa função (VIEIRA et al, 2007).

Atualmente, segundo Carneiro et al (2005), apesar dos grandes avanços tecnológicos e da variedade de materiais curriculares disponíveis no mercado, o livro didático é caracterizado como uma obra de referência para os professores e alunos, apresentando-se como um recurso didático que sintetiza a produção científica. Dessa forma, o livro didático, além de conter conhecimentos científicos de diversas áreas, tornou-se um instrumento pedagógico muito significativo no processo ensino-aprendizagem, pois o livro é, às vezes, o único material didático a que professores e alunos têm acesso, daí a importância da sua qualidade.

Há muitas décadas existe a preocupação com a qualidade dos livros didáticos e, por essa razão, várias pesquisas têm sido realizadas nesse aspecto, entre elas, as voltadas para os livros didáticos da área de Química.

No que tange ao livro didático de Química, devem ser destacadas três pesquisas que foram de extrema relevância na educação em Química: o estudo de Schnetzler (1981), o de Mortimer (1988) e o de Lopes (1992). Os trabalhos de Lopes e Schnetzler abordam aspectos da construção dos conhecimentos químicos e a noção de epistemologia da ciência produzida em livros didáticos. Já o trabalho de Mortimer destaca a forma como os conteúdos são abordados em livros didáticos, relacionando-os com três períodos que marcaram o ensino secundário brasileiro (MORTIMER e SANTOS, 2008).

A pesquisa de Schnertzler (1981), segundo a própria pesquisadora, teve como ponto de partida resultados encontrados por Augusto (1976) e Marcondes (1978) em pesquisas para caracterizar o ensino de Química do 2^o grau em escolas oficiais e particulares da cidade de São Paulo. Ambos os pesquisadores detectaram que a maioria dos 673 alunos investigados lamentou a ausência de laboratório e aplicação dos conteúdos de Química na vida cotidiana, além de demonstrar baixo rendimento nos conhecimentos químicos.

Mediante tal constatação, Schnertzler (1981) analisou livros didáticos brasileiros destinados ao ensino de Química, produzidos de 1875 a 1978, verificando como o conhecimento químico estava sendo caracterizado, diante da ausência de experimentação, de

relação com a vida cotidiana e da ênfase na sua memorização. A autora focou apenas o conteúdo de reações químicas, por achar que esse tema caracteriza o próprio campo de estudo da Química, sendo que a atividade principal de um químico é compreender, controlar e beneficiar-se das reações químicas que podem ocorrer.

Dessa forma, a autora justifica a sua opção de analisar livros didáticos, pelo fato de esse material ser um dos recursos didáticos mais utilizados no processo de ensino-aprendizagem, sendo considerado um investimento financeiro inferior quando comparado a outros materiais didáticos como filmes, slides, videotapes, etc. Outro motivo que incentivou a autora a pesquisar livros didáticos é o fato de esse material constituir-se, para o professor, no método mais comum para selecionar, preparar e desenvolver conteúdos. Já para os alunos, o livro didático exerce a função de propiciar uma revisão dos conteúdos, por meio de textos, tabelas, gravuras, diagramas e exercícios. (SCHNETZLER, 1981).

Para Schnetzler (1981), os conhecimentos químicos abordados nos livros publicados entre 1875 e 1941 mostraram ser mais adequados. No que se refere à experimentação e à relação do conhecimento químico com a vida cotidiana, foi observada maior ocorrência em livros do período de 1931 a 1941, mas ainda não de forma significativa.

Frente a esses resultados, a autora concluiu que, no período de 1875 a 1978, o ensino secundário de Química brasileiro era “eminentemente teórico, centrado na veiculação de conhecimentos dissociados da sua própria natureza experimental”, não enfatizando, portanto, o caráter investigativo do ensino, aspecto importante para desenvolver o espírito crítico dos alunos (SCHNETZLER, 1981, p. 15).

Ressaltando a pesquisa de Mortimer (1988), os resultados encontrados apontaram que, apesar da homogeneidade dos conteúdos de Química em diferentes livros didáticos ao longo da história, foram publicados livros didáticos com abordagens diferentes dos livros habituais. Essas mudanças ocorreram devido aos intensos debates educacionais em linhas gerais ou destinados para o ensino de disciplinas científicas, marcados pela inovação ou pela redundância (MORTIMER e SANTOS, 2008).

Explicitando um pouco o trabalho desenvolvido por esse autor, os livros analisados abrangeram três grandes períodos que contemplam estas datas: 1931, 1961 e 1971. O autor argumenta que, antes do ano de 1931, o ensino era caracterizado por não apresentar um sistema de ensino secundário; sendo assim, disciplinas científicas como Química, Física e Biologia não possuíam um espaço importante no currículo, prevalecendo o ensino de letras clássicas.

De acordo com Mortimer (1988), a maioria dos 11 livros analisados em sua pesquisa continha uma pequena parte de Química Geral, junto com uma Química descritiva e extensa. As principais definições dos conceitos eram apresentadas em forma de exemplos, que conduziam de forma natural aos conceitos, e estes eram estabelecidos para o estudante de maneira operacional.

Outro aspecto verificado pelo autor referia-se aos conceitos apresentados nos livros, que eram bastante reduzidos em relação aos livros posteriores a 1930, o que possibilitaria uma maior interação entre diversos conceitos. (MORTIMER, 1988).

Entre o ano de 1931 e 1961, o ensino foi marcado pelas reformas de Francisco Campos e Capanema, como já se destacou nesta pesquisa. Os autores salientam que, principalmente com a Reforma de Francisco Campos, as disciplinas científicas tiveram um destaque maior, uma vez que essa Reforma estabelecia um programa de Química espiralado, no qual os fenômenos químicos introduzidos como tema inicial eram abordados em toda uma série e depois retomados com a abordagem das teorias. (MORTIMER e SANTOS, 2008).

Quanto ao período de 1961 a 1970, Mortimer e Santos (2008) argumentam que, já como consequência da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, pode-se perceber que houve maior variedade de abordagens de conteúdos nos livros didáticos, pois a Lei não detalhava mais programas para todas as disciplinas, e abria espaços para novas propostas alternativas. Isso fez com que aumentasse a discussão, na comunidade de educadores e cientistas, sobre o direcionamento da educação científica no país.

Com relação ao último período estudado, os autores Mortimer e Santos (2008) destacam as mudanças quanto à forma de organização do ensino. Com a diminuição de carga horária nas disciplinas de educação geral, a Química é incluída na disciplina de formação especial no ensino profissionalizante do 2º grau. O ensino tecnicista impulsiona os vestibulares unificados das universidades federais; assim, o livro didático sofre alterações, diagramas e gráficos são inseridos em livros, os quais atualmente são representados por ilustrações, diagramas, etc.

Dessa forma, toda a diversidade quanto os conteúdos de Química, ocorrida no ano de 1960, não conseguiu se estabelecer como tendência; assim, nas décadas de 1970, 1980 e 1990, os livros didáticos retomam a homogeneidade dos conteúdos, característica apresentada pelos livros didáticos em períodos anteriores (MORTIMER e SANTOS, 2008).

Contudo, segundo Mortimer e Santos (2008), aos poucos, essa homogeneidade relacionada aos conteúdos vai se dissolvendo ao longo das décadas, e, conseqüentemente, os livros vão se inovando com o propósito de retomar o papel formador do Ensino Médio e

aproximar os conceitos da vida dos alunos. Em função disso, as editoras começam a renovar seus livros didáticos, apenas inserindo fotografias, gráficos e ilustrações, com o intuito de aproximar o conhecimento químico do cotidiano dos alunos.

Ainda no âmbito da qualidade dos livros didáticos, Lopes (1992) também analisou, em seus estudos, os livros didáticos de Química do ensino secundário no Brasil, do ponto de vista epistemológico e histórico. A autora pesquisou 107 livros didáticos de Química utilizados nas três séries do ensino secundário brasileiro, no período de 1931 a 1990. A justificativa da autora para iniciar a pesquisa no ano de 1931, se deve ao fato de que foi a partir desse ano que se iniciou a organização de um sistema de ensino, englobando reformas e diretrizes comuns para todo o país.

Dessa forma, Lopes (1992) fez a análise dos conteúdos desses 107 livros com base na epistemologia de Gaston Bachelard, utilizando, especialmente, a categoria de obstáculos epistemológicos. Nesses livros, a autora investigou quatro tipos de obstáculos epistemológicos: o realista, o animista, o substancialista e o verbal. Estes serão explicitados individualmente na próxima seção deste trabalho.

Os resultados dessa pesquisa apontaram que os livros didáticos desse período apresentavam o conhecimento científico de forma simplista, além dos quatro obstáculos epistemológicos investigados, trazendo algumas implicações para o processo ensino-aprendizagem. Entre estas, é possível mencionar a permanência do aluno no conhecimento comum, e sua desconsideração com a ciência, que sofre mudanças e retifica seus erros (LOPES, 1992).

Podemos perceber, pelos resultados apontados pelas três pesquisas discutidas acima, que, por muito tempo, os livros didáticos de Química apresentaram falhas que comprometiam o ensino dessa disciplina. Esse cenário vem se modificando mesmo que de forma lenta. As perspectivas de mudança se deram com a criação do PNLEM que, desde 2007, vem avaliando as obras didáticas, favorecendo, inclusive, a introdução no mercado de livros inovadores, os quais resultaram de grupos de pesquisa no ensino de Química.

Outro aspecto relevante sobre o livro didático no ensino são as atribuições a ele impostas, as quais se modificaram ao longo dos anos. De acordo com Fleury (1961 apud OLIVEIRA SANTOS, 2006), o livro didático tem a função de auxiliar o professor. Segundo o mesmo autor, por muito tempo, os livros não se referiam à formação da cidadania nem do aluno pesquisador; assim, o LD era considerado apenas um material de consulta e estudos. Porém, o MEC atribui ao livro didático a função da construção do conhecimento, por meio do

processamento de textos impressos, com a ampliação e o aprofundamento das diversas áreas do conhecimento (BRASIL, 2004).

Ainda ressaltando a função do livro didático, Bachelard (1996 apud CARNEIRO et al, 2005), ao comparar os livros didáticos do século XX com um livro do século XVIII, destaca o distanciamento existente entre a forma de apresentação dos conteúdos e o cotidiano do leitor:

Peguem um livro científico do século XVIII e vejam como está inserido na vida cotidiana. O autor dialoga com o leitor como um conferencista. Adota os interesses e as preocupações naturais. Por exemplo: quer alguém falar de trovão? Começa-se por falar com o leitor sobre o medo do trovão, vai se mostrando que esse medo não tem razão de ser, repete-se mais uma vez que, quando o trovão reboia o perigo já passou, que só o raio pode matar (BACHELARD, 1996, p. 31).

Como podemos perceber nos argumentos de Bachelard, os livros mais antigos dialogavam muito mais com o leitor em comparação com os atuais, provocando, assim, o desenvolvimento do raciocínio a partir das situações vivenciadas.

Dessa forma, constata-se que o livro didático, em sua trajetória, vem sofrendo alterações tanto em relação à sua linguagem, como ao seu papel no ensino. De acordo com Gérard e Roegiers (1998), a função do livro é propiciar a aprendizagem escolar, estabelecendo uma relação entre os saberes escolares e o cotidiano. Assim, o livro didático ainda se apresenta como uma referência para os alunos buscarem informações complementares às aulas. Em ciência, especialmente em Química, o livro didático deve fazer o aluno compreender como o conhecimento científico foi produzido e estruturado, além de propiciar uma visão da realidade em termos filosóficos e estéticos (VASCONCELO e SOUTO, 2003).

Percebemos, em sala de aula, que muitos alunos questionam os seus professores, querendo saber o porquê de estudar determinado fenômeno ou conceito químico. Os professores, muitas vezes não sabendo o que responder ou respondendo de uma maneira inadequada, acabam não incentivando o aluno a buscar o entendimento desse conhecimento, comprometendo, assim, o aprendizado. Os professores, como argumentam Vasconcelo e Souto (2003), poderiam mostrar, por meio da história da ciência, como determinado conhecimento científico foi produzido, as controvérsias entre as teorias relacionadas, e ainda as contribuições das descobertas dos conhecimentos para a época e até para os dias atuais, aproximando, assim, os conceitos científicos da realidade dos alunos. Desse modo, ressaltamos o quanto é importante a interferência transformadora do professor.

Ainda com relação à função desempenhada pelo livro didático, Richaudeau (1979, apud CARNEIRO et al, 2005) destaca que o mesmo apresenta três grandes funções:

A primeira é a função de informação e todas as implicações que dela advêm. A segunda função é a de estruturação e organização da aprendizagem dos estudantes. A última função, considerando que o livro didático não pode ser por si mesmo um fim, é a de guiar os alunos em sua apreensão do mundo exterior, em colaboração com outros conhecimentos adquiridos em outros contextos distintos do escolar (RICHAUDEAU, 1979 apud CARNEIRO et al, 2005, p. 5).

Dessa forma, a função, ou seja, o papel que os livros didáticos exercem no ensino ao longo dos anos tem sido tema de pesquisas que foram realizadas, abordando os mais variados aspectos, tais como: o pedagógico, o político, o econômico e o cultural. Mas as investigações sobre o livro didático não ficam restritas apenas a esse âmbito, pois pesquisadores como Zambon e Terrazzan (2007), e Pretto (1985) desenvolveram estudos sobre a análise de conteúdos em livros didáticos, visando a identificar prováveis erros conceituais.

Já com relação ao uso do livro didático pelo professor, Lopes (1992) argumenta que o livro didático no ensino tem atuado como um modelo padrão de autoridade absoluta seguido pelos professores, deixando de ser apenas um auxílio no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que passa a constituir peça-chave para o desenvolvimento do conhecimento. Segundo Carneiro et al (2005, p. 5), “Uma das críticas mais contundentes ao LD é que ele impõe ao professor, não somente os conteúdos a serem trabalhados, como também um conjunto de procedimentos que se cristaliza na sala de aula, condicionando seu trabalho”.

Em uma das pesquisas dos autores Megid Neto e Fracalanza (2003), na qual eles entrevistaram 180 professores de ciências de escolas públicas do Ensino Fundamental em diversas cidades da região de Campinas, os autores agruparam os professores, isto é, classificaram-nos em três grupos, de acordo com a maneira como utilizavam os livros didáticos. No primeiro grupo, os professores utilizavam os livros didáticos para elaborar os planejamentos anuais de suas aulas, recorrendo a vários autores e editoras, para melhorar a preparação de conteúdos a serem desenvolvidos no ano escolar. O segundo grupo utilizava o livro didático como apoio em atividades realizadas tanto em sala de aula, como as extraescolares, objetivando, especialmente, a leitura de textos, a resolução de exercícios e de outras atividades, ou ainda utilizava o livro didático como fonte de imagens, para o desenvolvimento de estudos escolares, buscando como auxílio fotos, desenhos, mapas e gráficos existentes nos livros. O terceiro grupo de professores utilizava os livros didáticos como fonte de referencial teórico, tanto para adquirir conhecimento quanto para orientar a aprendizagem do aluno (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003).

A pesquisa supracitada desenvolvida por Megid Neto e Fracalanza (2003) apontou que professores utilizam os livros como cartilhas a serem seguidas fielmente, e não como um

material de apoio para os alunos extraírem informações complementares e sugestões de atividade para pesquisas. Reforçando esses resultados, nos apoiamos no argumento de Mazzoti (1986, p. 19), que afirma: “o livro seria a partitura posta sob os olhos do professor que executaria a ‘música’ ali expressa sem que precisasse saber compor”.

Megid Neto e Fracalanza (2003), ao concluírem a pesquisa com os professores de Ciências, refletem que um dos caminhos para melhorar a qualidade do ensino é investir na produção de livros paradidáticos, os quais apresentam temas atuais e se preocupam com uma melhor qualidade gráfica, a diversidade de textos e ilustrações. Assim, na abordagem de cada tema, poderiam ser focalizados, com maior particularidade, os conhecimentos do campo das ciências naturais, porém, de forma multidisciplinar e contextualizada, com a preocupação de não reduzir o saber escolar ao saber cotidiano.

Outra iniciativa, segundo Megid Neto e Fracalanza (2003), para melhorar a qualidade da educação, seria investir na produção de outros recursos didáticos, tais como: Atlas, vídeos, cd-rom, textos e revistas renomadas de divulgação científica, pois, embora muitos desses recursos estejam disponíveis no mercado, muitos professores da rede pública e privada ainda não têm acesso a esses materiais, ficando atrelados apenas ao livro didático adotado naquele ano escolar.

Nesse contexto, segundo Carneiro et al (2005, p. 6), “qualquer material didático poderia ser utilizado durante as atividades de sala de aula, desde que o professor tenha consciência dos ‘problemas’ nele existentes e os discuta com os alunos”. Concordamos com os autores que a intervenção do professor é um fator determinante no processo ensino-aprendizagem e que isso independe do material didático.

Entretanto, muitos professores, pela deficiência de formação, engessam suas aulas com a utilização do livro didático e não são capazes de desenvolver o espírito e a capacidade de organizar os próprios métodos de trabalho. O educador, tendo dificuldade nessa organização, segue orientação dos livros didáticos, como ordem de conteúdos, exercícios, atividades complementares e até temas para pesquisa; assim, não inovam a maneira de construir o conhecimento com seus alunos. São muitos os educadores, tanto da rede pública como do ensino privado, que encontram muitas adversidades, como, por exemplo, a falta de tempo para preparação de aulas, quantidade elevada de alunos por turma e infraestrutura precária. Essas condições atuais do ensino fazem com que os professores se acomodem perante a facilidade que os livros didáticos oferecem.

Nos últimos anos, tem havido uma busca cada vez maior de livros didáticos que correspondam às atuais exigências da educação do século XXI, em que o conhecimento é

expresso pela capacidade de o aluno resolver problemas, interpretar questões, desenvolver o raciocínio lógico. Nessa perspectiva, o livro didático não pode continuar sendo a única fonte de conhecimento, já que, muitas vezes, pode trazer conceitos equivocados a serem desenvolvidos pelo professor, com a finalidade de memorização pelos alunos. O livro didático, longe de ser referência única de acesso aos conteúdos disciplinares da escola, deve servir como um parâmetro, e o professor deve ser capaz de intervir, caso o mesmo apresente algum problema, orientando, assim, o processo do desenvolvimento educacional, social e cultural dos alunos.

Para tentar responder ao questionamento formulado no item anterior, sobre a importância de adotar ou criar um livro didático no ensino, nos apoiamos na realidade do ensino apresentada pelos autores supracitados e na experiência que vivenciamos em sala de aula. Assim, entendemos que um resultado mais significativo para o ensino não seria obtido com a adoção ou criação de apenas um livro didático, como argumentam também os autores Megid Neto e Fracalanza (2003). A nosso ver, o que surtiria mais resultado seria a utilização dos vários recursos didáticos existentes para auxiliar os professores em suas práticas pedagógicas. Porém, há que se ressaltar que o resultado final desse processo também está aliado à atitude do professor frente ao uso desses materiais.

Contudo, entendemos também que o ensino poderia ser ainda pior, como ressaltam Freitag et al (1987, apud LOPES, 2007), se diretores, professores e governos não adotassem ou criassem o livro didático, pois aqueles professores com uma formação acadêmica insuficiente poderiam comprometer ainda mais a qualidade do ensino, sem as comodidades que o LD oferece, tais como: proposta de exercícios resolvidos, textos e atividades complementares, questionários, entre outros.

Como a proposta desta pesquisa é identificar as analogias presentes no livro didático público de Química do Paraná, apresentaremos, na seção a seguir, a definição do termo analogia e as vantagens e desvantagens das analogias para o ensino de Química. Discutimos também as implicações das analogias no ensino, sob a ótica de Gaston Bachelard (1996).

3 AS ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS

Antes de entrarmos propriamente na discussão sobre as analogias nos livros didáticos, julgamos necessário trazer algumas das denominações empregadas por diferentes autores acerca do termo analogia.

No ensino de ciências, em especial na disciplina de Química, muitos professores e autores de livros didáticos recorrem ao uso da analogia, na tentativa de facilitar a compreensão de algo desconhecido. Mas isso não fica restrito apenas a situações de ensino, pois até mesmo em uma conversa o termo analógico é utilizado para explicar um determinado assunto para outra pessoa, possibilitando uma melhor compreensão de algo novo.

De acordo com Mól (1999), o conceito de analogia é amplo e utilizado por diversos autores. Apresentando significados distintos, está relacionado a outros conceitos, como os de **metáforas, modelos e exemplos**. No sentido de trazermos esclarecimentos para o leitor, procuraremos definir cada um desses termos, iniciando com o termo analogia.

Mól (1999) define analogia como uma comparação construída entre dois conceitos: um conhecido, caracterizado por ele como Domínio, que servirá de referência; e um desconhecido, denominado Alvo, que é o conceito que se pretende ensinar. Esses dois conceitos (conhecido e desconhecido) também são descritos por outros autores, porém com outras terminologias.

Outras terminologias que podemos encontrar para os termos (conhecido e desconhecido) são as que os autores Harrison e Treagust (1993), citados por Mól (1999), apresentam, ao definirem tais conceitos como Domínio familiar e Domínio não familiar, respectivamente. Já os autores Curtis e Reigeluth (1984 apud MÓL, 1999) denominam como Veículo o conceito conhecido e Tópico o conceito desconhecido. Ainda com relação a esses conceitos, Duit (1991 apud MÓL 1999), caracteriza-os como Análogo e Alvo (MÓL, 1999).

Das diferentes definições apresentadas pelos autores para denominar os conceitos conhecido e desconhecido, utilizaremos neste trabalho as denominações propostas por Mól (1999), isto é, domínio e alvo.

Outra definição do termo analogia, de relevância para o nosso estudo, é a do autor Duit (1991), citado por Mól (1999), que define analogia como uma comparação entre partes comuns de dois domínios de conhecimentos distintos, em que existe uma relação de similaridade entre esses dois domínios diferentes. Essa relação de similaridade entre as partes

comuns é descrita pelo autor como modelo. Tal definição pode ser representada pelo diagrama abaixo (Figura 1):

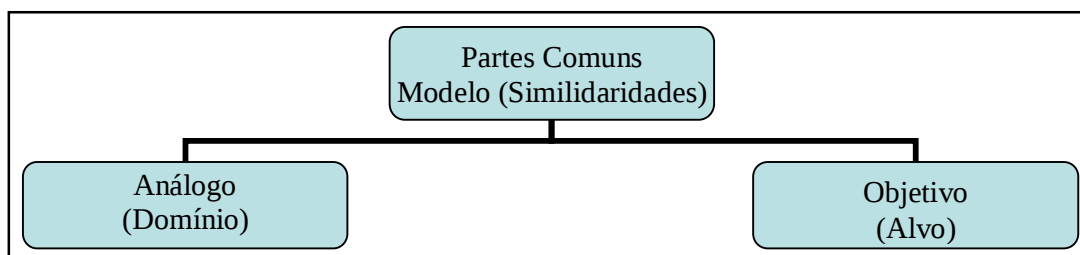


Figura 1 – Significado das analogias, segundo Duit (1991 apud MÓL 1999).

Fonte: Adaptado de Mól (1999).

Já para Otero (1997 apud MÓL, 1999), analogia é uma forma não literal de comparação entre os domínios ocultos, em que se desprezam as diferenças e se ressaltam as similaridades.

Conforme as descrições para o termo analogia feitas pelos autores, percebe-se que, de modo geral, a definição desse termo remete à ideia de comparação entre dois conceitos, sendo um conceito já pré-estabelecido e outro que se deseja formar. Dessa maneira, podemos organizar os conceitos que iremos desenvolver neste estudo acerca do termo analogia em um fluxograma (Figura 2), que facilitará a compreensão do leitor.

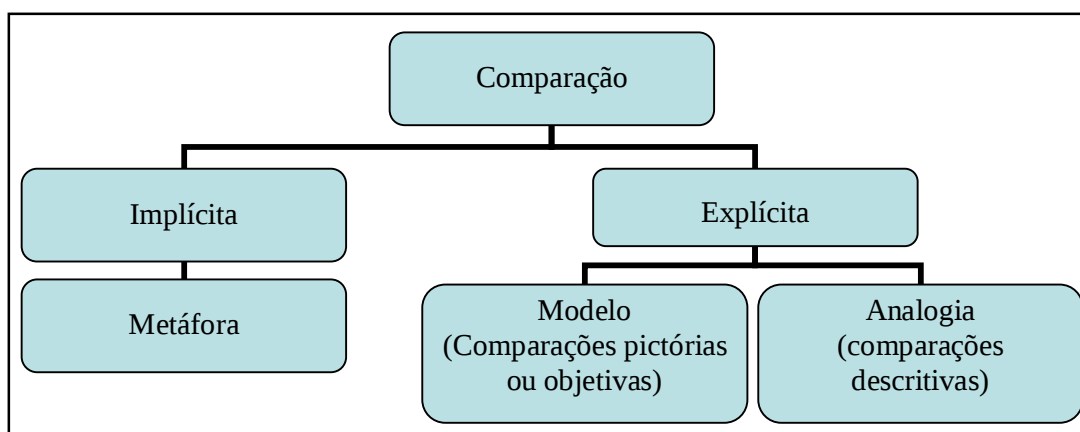


Figura 2 – Fluxograma conceitual para comparações.

Fonte: Adaptado de Mól (1999).

Para trazermos, de forma clara, as definições de cada termo do fluxograma acima, nos apoiamos totalmente em Mól (1999), citando-o na íntegra. O termo comparação é o “ato de confrontar dois conceitos, com o objetivo de elucidar um conceito em estudo (alvo), através de características semelhantes a outro conceito (domínio)”. As comparações podem ser divididas em comparações implícitas e explícitas (MÓL, 1999, p. 58).

As comparações implícitas “são comparações em que a relação entre conceitos não são claras”, ou seja, ficam subtendidas; já as comparações explícitas “são um tipo de comparação em que as relações entre os conceitos são enunciadas”, existindo uma relação de similaridade. Esses dois tipos de comparação podem apresentar-se por meio de um texto ou imagem (MÓL, 1999, p. 58-59).

Ainda segundo Mól (1999), a metáfora pode ser classificada como um tipo de comparação implícita, apresentada de forma textual ou verbal. Iremos definir esse termo como sendo um tipo de “comparação implícita entre conceitos realizados através de descrições que realçam qualidades que não coincidem”. A metáfora consiste em atribuir um significado que pertence a outro termo, isto é, emprega uma palavra ou frase em um sentido diferente do seu próprio (MÓL, 1999, p. 59).

As comparações explícitas, por apresentarem relações evidentes entre os conceitos comparados, podem ser divididas em modelos e analogias, que Mól (1999) denomina, respectivamente, como pictórias ou objetivas e descritivas.

Modelos, comparações pictórias ou objetivas “são aquelas em que o conceito alvo é comparado a uma representação, na forma de imagem ou um objeto de mesmo formato, mas de forma geral, em escala diferente da real” (MÓL, 1999, p. 64).

Há que se ressaltar que o conceito de modelos que iremos desenvolver neste estudo não diz respeito aos modelos mentais, expressão esta utilizada na psicologia cognitiva, como aponta o trabalho de Monteiro e Justi (2000). Esses autores argumentam que, em uma situação de ensino-aprendizagem, quando o conceito científico é apresentado aos alunos, quase de imediato, eles elaboram modelos mentais sobre o fenômeno estudado. Neste trabalho, a palavra modelo terá o significado de comparação por meio de representações, sejam elas imagens ou objetos. Assim, iremos nos apropriar novamente de Mól (1999) para a definição de modelos. O autor usa a expressão modelos como sendo “comparações explícitas feitas entre um conceito alvo e uma imagem ou objeto que o represente” (MÓL, 1999, p. 64).

Para exemplificar, trazemos uma figura (modelo planetário), que é utilizada em muitos livros didáticos e também no livro objeto desta pesquisa. Assim, na Figura 3, “O modelo atômico de Rutherford” estabelece uma comparação entre os elétrons girando em torno do núcleo (próton) e os planetas girando em torno do sol.

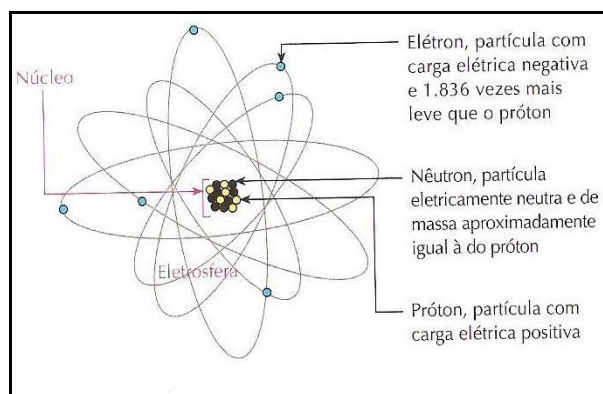


Figura 3 – Modelo Atômico de Rutherford.
Fonte: Tito e Canto (2007, p. 66).

As analogias também podem ser denominadas comparações explícitas descritivas, que são definidas pelo autor “como comparações explícitas feitas entre conceitos através da descrição de suas similaridades” (MÓL, 1999, p. 67).

Para exemplificarmos a definição de analogia, trazemos um exemplo utilizado pelos autores Tito e Canto, no livro **Química - Abordagem do Cotidiano**, volume único, que é um dos livros aprovados pelo PNLEM/2007. Para explicarem o conceito de reagente limitante e reagente em excesso, os autores o comparam com a construção de bicicletas, envolvendo rodas, quadros e pedais. Para a representação dessa comparação, exposta na Figura 1, os autores desenvolvem a seguinte explicação:

A imagem A mostra que, na montagem de uma bicicleta, há uma proporção entre rodas, quadros e conjuntos de pedais. Observe que, no caso B, há excesso de 1 roda e 1 conjunto de pedais. Após o término dos 2 quadros (2 bicicletas) é impossível construir mais bicicletas (TITO e CANTO, 2007, p. 289).

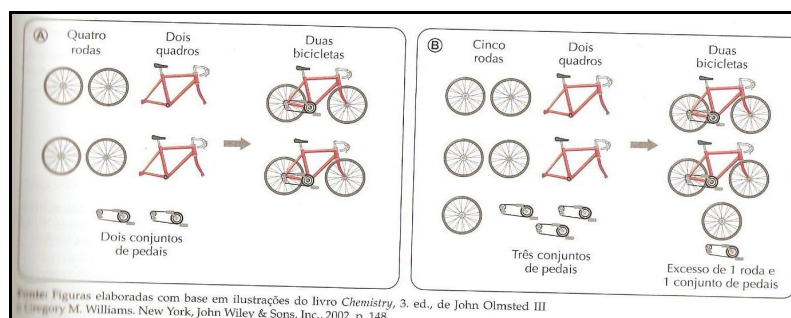


Figura 4 – Construção de bicicleta.
Fonte: Tito e Canto (2007, p. 289).

Consideramos a analogia utilizada pelos autores adequada, uma vez que ela cumpre o seu papel, ou seja, auxiliar o aluno a compreender o conceito científico, neste caso, o de reagente limitante e em excesso.

Outro conceito ao qual o termo analogia está relacionado, além de metáforas e modelo, é o de exemplo. Para Mól (1999, p. 57), o “exemplo é um dos possíveis casos que compõem o conceito em estudo”. Segundo esse autor, exemplo não se trata de uma comparação entre dois conceitos ou fenômenos, por ser o mesmo uma especificidade de um conceito ou fenômeno mais abrangente. O exemplo estará sempre vinculado ao conceito que queremos atingir, como uma forma de fornecer mais esclarecimentos sobre esse conceito.

O uso de analogias como ferramentas de ensino-aprendizagem tem sido de grande relevância, como aponta a literatura da área de ensino de ciências. Nesse contexto, tem aumentado o interesse dos pesquisadores pela utilização de analogias no ensino, principalmente após a década de 90. No ensino da Química, as analogias têm sido muito empregadas, pelo fato de essa disciplina apresentar conceitos abstratos e até mesmo complexos, os quais são considerados pelos alunos e também por alguns professores como sendo de difícil compreensão.

De acordo com Giraldi (2005), as analogias, em situação de ensino-aprendizagem, podem exercer basicamente duas funções. A primeira delas é facilitar a construção do conhecimento quando o professor for construir o conhecimento científico com seus alunos, situação em que esse recurso didático de comparar as similaridades entre dois conceitos, domínio e alvo, poderá ser utilizado. A segunda função das analogias está relacionada à elaboração de explicações de alguns fenômenos para determinados públicos, como, por exemplo, explicar os níveis energéticos de cada elemento, em que os autores de livros didáticos e professores recorrem à comparação com o sistema solar, mencionado anteriormente, comparação em que o sol é o núcleo e os elétrons em seus diferentes níveis energéticos giram ao seu redor, como os planetas giram ao redor do sol. Dessa forma, as analogias podem auxiliar no desenvolvimento da construção de conceitos científicos pelos alunos.

Com relação às analogias em situações de ensino-aprendizagem, vários estudos foram realizados, tanto os direcionados ao reconhecimento do seu papel, como aqueles voltados às implicações quanto ao seu uso. Dentre esses trabalhos, destacamos os de Duit (1991 apud MÓL 1999), Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009). Esses autores discutem as vantagens e desvantagens quanto à utilização de analogias no ensino-aprendizagem, uma vez que o emprego do termo analógico deve propiciar ao estudante o estabelecimento de uma relação entre os conceitos: o que já possui e o que pretende apreender.

Dessa forma, Duit (1991 apud MÓL 1999, p. 11), apresenta as seguintes vantagens quanto à utilização de analogias no ensino-aprendizagem:

1. Abrangem novas perspectivas de ensino;
2. Auxiliam na compreensão de conceitos abstratos, fazendo uma relação por similaridade com conceitos concretos;
3. Podem propiciar para os alunos uma melhor compreensão de conceitos abstratos;
4. Podem servir como motivação para os alunos;
5. O professor precisa resgatar os conhecimentos prévios dos alunos;
6. Podem também revelar conceitos prévios dos alunos.

Segundo o mesmo autor, não existem analogias pré-estabelecidas para cada conceito, pois sempre haverá a possibilidade de os professores lançarem mão de analogias mais adequadas a cada situação, o que vai depender também do nível de conhecimento dos seus alunos. O professor, ao fazer uso de uma analogia, precisa trazer exemplos concretos que permitam uma melhor compreensão dos conceitos abstratos.

A compreensão de conceitos abstratos⁶, por meio de analogias, com conceitos concretos⁷ possibilita ao autor de um livro didático, aos professores e até mesmo aos alunos construir conhecimentos científicos. As representações por modelos também vêm a auxiliar na compreensão de conceitos considerados abstratos. Como exemplo, temos os modelos de bolas de isopor, muito usados para a compreensão da geometria molecular dos compostos químicos. Com esses modelos, é possível representar os diferentes tipos de ângulos entre os átomos, os quais são formados de acordo com a geometria molecular de cada composto (MÓL, 1999).

O uso de analogias no ensino pode servir como motivação para os alunos na compreensão dos conceitos, por aproximar conhecimentos de seu domínio com os conhecimentos científicos. Entretanto, Duit (1991 apud MÓL 1999, p. 15), entre outros pesquisadores posteriores a ele, argumentam que a utilização das analogias também pode apresentar algumas desvantagens, entre as quais destacamos as seguintes:

1. Possibilidade de que características do domínio que não são compartilhadas sejam atribuídas ao conceito alvo;
2. Possibilidade de transferência de concepções prévias errôneas sobre o conceito domínio para o conceito alvo;

⁶Abstrato: Que resulta na abstração. Significa uma qualidade com exclusão do objeto. Que é de difícil compreensão, obscuro. Diz-se das ciências que empregam as mais elevadas abstrações. Aquilo que se considera existente no domínio das ideias, sem base material (MÓL, 1999).

⁷Concreto: relativo à realidade; real, efetivo, preciso (MÓL, 1999).

3. As similaridades superficiais podem provocar uma compreensão equivocada do conceito alvo.

Diante dessas desvantagens, percebe-se que o uso do termo analógico deve ser acompanhado de muita cautela. De acordo com Mól (1999), as analogias apresentadas pelos professores e autores de livros didáticos devem ser bem definidas e explicadas para não serem compreendidas pelos alunos de forma equivocada. Caso isso não ocorra, os alunos poderão criar concepções cientificamente equivocadas e transferir atributos para o conceito alvo que não são válidos, e o prejuízo na aprendizagem será muito mais acentuado se os professores, ao utilizarem as analogias, não se preocuparem em esclarecer para os seus alunos quais são os atributos do conceito domínio que poderão servir para uma melhor compreensão do conceito alvo (MÓL, 1999).

Dessa forma, há uma preocupação por parte dos autores pesquisadores, como Bachelard (1996), Mól (1999) e (Lopes (2007), com o uso indiscriminado de analogias no ensino, pois essas analogias podem sugerir e reforçar falsas associações e desenvolver conceitos errôneos sobre o conceito alvo. Compartilhamos as mesmas preocupações dos autores apresentados, pois entendemos que os benefícios na utilização das analogias não são tão evidentes, como muitos professores e autores de livros didáticos imaginam. Isto porque, mesmo que as analogias sejam utilizadas de modo a esclarecer ou facilitar, a fim de produzir uma melhor compreensão do conceito alvo, podem gerar obstáculos epistemológicos nos aprendizes, como reforçam vários trabalhos. Esses obstáculos poderão interferir, de maneira direta, no desenvolvimento da construção do conhecimento científico, causando prejuízos na aprendizagem.

Mediante tais problemas envolvendo analogias, algumas pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de compreender como as analogias são utilizadas em livros didáticos. Nesse âmbito, Curtis e Reigeluth (1984 apud MONTEIRO e JUSTI, 2000), pesquisaram analogias presentes em 26 livros de ciências utilizados nos Estados Unidos, desde o nível elementar até o nível de graduação. As analogias encontradas foram organizadas em categorias e sintetizadas em um sistema de classificação. Com base nos resultados encontrados, os pesquisadores sugeriram recomendações para a utilização de analogias em livros textos.

Outra pesquisa de relevância para o estudo da analogia foi o estudo de Thiele e Treagust (1994 a 1995 apud MONTEIRO e JUSTI, 2000). Esses autores investigaram livros de Química utilizados na Austrália. Para a análise dos dados, usaram como recurso o sistema de classificação já proposto por Curtis e Reigeluth (1984 apud MONTEIRO e JUSTI, 2000).

Como os autores investigaram o uso da analogia em livros de Química, acrescentaram novos critérios ao sistema de classificação, no sentido de facilitar a discussão de aspectos relacionados às especificidades da ciência química.

Nessa mesma linha de pesquisa, Monteiro e Justi (2000) investigaram livros brasileiros, a partir da escolha de 11 (onze) coleções de livros textos de Química, atingindo um total de 28 volumes. Dentro dessas coleções, 03 (três) delas eram livros alternativos, isto é, a proposta metodológica e organização de conteúdos eram diferentes daquelas encontradas em livros tradicionais. As analogias identificadas foram analisadas de acordo com a estrutura de classificação de Thiele e Triagust (1994 apud MONTEIRO e JUSTI, 2000). Entre os vários resultados, as autoras argumentam que a maioria das analogias encontradas nos livros analisados não fornecia explicações sobre o domínio análogo e apresentava somente função explicativa, não incentivando o aluno a pensar. Além disso, os autores dos livros não discutiam as limitações das analogias utilizadas. As autoras ressaltam também que, com os resultados da pesquisa, foi possível vislumbrar novos direcionamentos para a pesquisa nessa área.

Outra pesquisa que se baseou na proposta apresentada por Thiele e Triagust (1994 apud MONTEIRO e JUSTI, 2000), com algumas adaptações, foi o trabalho de Francisco Junior (2009). O pesquisador realizou, na primeira etapa, a identificação das analogias presentes em livros de Química aprovados pelo PNLEM/2007 e, na segunda etapa, as classificou. Apesar de os livros pesquisados terem sido aprovados pelo PNLEM/2007, o autor concluiu que a maioria das 154 analogias identificadas não favorece a aprendizagem.

Os estudos referentes ao termo analogias não apenas remetem à sua classificação, mas também às consequências que elas podem trazer para o processo de construção do conhecimento, se usadas de forma inadequada ou indiscriminada.

Segundo Giraldi (2005), ao recorrerem às analogias, os professores e autores de livros didáticos devem estabelecer explicações sobre as similaridades entre os conceitos domínio e alvo, pois a má interpretação, a interpretação equivocada ou até mesmo a utilização de forma exagerada pode gerar obstáculos epistemológicos que influenciarão na aprendizagem. Os tipos de obstáculos epistemológicos serão discutidos posteriormente.

Lopes (1993), estudando os obstáculos epistemológicos no aprendizado de Química em livros didáticos, afirma:

A razão acomodada, ao que já se conhece, procurando manter a continuidade do conhecimento, opõe-se à retificação dos erros introduzindo um número excessivo de analogias, metáforas e imagens no próprio ato de conhecer, com fim de tornar familiar todo conhecimento abstrato, constituindo, assim, os obstáculos epistemológicos (LOPES, 1993, p. 315).

Na ânsia de fazer com que os alunos compreendam o conhecimento científico, com uma linguagem simplista e ingênua, muitos professores e autores de livros didáticos simplificam e banalizam o conhecimento científico, ao fazerem uso de analogias mal estruturadas com a ilusão da acessibilidade para todos. Contudo, o que verificamos é que essas facilitações estão fazendo com que os alunos não consigam ultrapassar o conhecimento comum e atingir o conhecimento científico. Não há uma mudança na cultura e no desenvolvimento do estudante, o que dificulta a construção do conhecimento científico, fazendo com que ele permaneça com o conhecimento proveniente do senso comum.

Um dos motivos pelos quais os alunos não conseguem ultrapassar o senso comum e alcançar o conhecimento científico pode estar no que Bachelard (1996) denomina obstáculos epistemológicos. Para uma melhor compreensão das causas e dos efeitos que os obstáculos epistemológicos podem trazer para o ensino-aprendizagem, iremos estudar Gaston Bachelard na subseção seguinte. Conforme veremos, o autor argumenta sobre os motivos que o levaram a se posicionar contra o uso excessivo de analogias, principalmente as vinculadas à imagem. Sua posição é de que a razão não pode acomodar as imagens e as analogias estão prontas para desconstruí-las sempre que o processo de construção do conhecimento científico exigir.

3.1 A RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS DE ANALOGIAS NA ÓTICA DE BACHELARD

Como já foi ressaltado no início deste capítulo, cada vez mais, torna-se importante, no processo de construção da ciência e do conhecimento individual do ser humano, a compreensão de como a linguagem analógica está sendo utilizada, abordada e quais as consequências do seu uso para o ensino de ciências e, em especial, na disciplina de Química. As vantagens e necessidades do uso das analogias no ensino de Ciências são ressaltadas por vários autores, entre eles, Andrade et al (2002), que destacam também os cuidados

necessários com alguns problemas que podem derivar de uma utilização equivocada ou ainda de uma falta de sistematização no uso dos termos analógicos.

Ainda no contexto do uso de analogias como uma ferramenta para o ensino de ciências, seja nos livros didáticos ou em situações de ensino-aprendizagem, Gaston Bachelard, no seu livro **A formação do espírito científico**, de 1996, apresenta a noção de obstáculo epistemológico. Essa noção pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como na área da educação, pois esses mesmos obstáculos podem se constituir em obstáculos pedagógicos para o ensino de ciências, visto que a aprendizagem de um novo conhecimento é um processo de mudança cultural, em que se verifica a necessidade de superar os obstáculos epistemológicos existentes nos conhecimentos prévios dos alunos (ANDRADE et al, 2002).

Para Bachelard (1996), o conhecimento prévio dos alunos assume um papel importante para o processo de ensino-aprendizagem. Segundo o autor, uma vez que esse conhecimento não constitui simplesmente um erro, mas pode ser compreendido como um erro positivo ou um erro útil, caracteriza um verdadeiro esforço na tentativa de construir o conhecimento científico (BLANCH, et al, 2001).

Dessa forma, Bachelard considera que a constante retificação desses erros – “erro primário” e “erro útil” – é indispensável para a formação do espírito científico. Nesse aspecto, o erro se torna fundamental e necessário. Esse mesmo autor afirma que o pensamento científico evolui, à medida que ocorrem as rupturas e descontinuidades das analogias e imagens que foram utilizadas para facilitar a construção desse conhecimento.

Nesse contexto, Bachelard (1996) se preocupa com a utilização excessiva de imagens vinculadas aos termos analógicos no desenvolvimento da construção do conhecimento. O autor argumenta que o uso excessivo desses recursos pode prejudicar a razão, pois os conhecimentos científicos representados por meio de modelos reais relacionados com o cotidiano dos alunos podem impedir uma abstração nítida dos conceitos científicos, fazendo com que o conhecimento seja desenvolvido de forma empírica, isto é, o conhecimento apenas se desenvolve por meio da experiência, dificultando o aprendizado. Com isso, algumas consequências em termos de aprendizagem farão com que o estudante não consiga ultrapassar o senso comum e construir o conceito científico, tenha interpretações equivocadas dos conceitos científicos e ainda considere que todo conhecimento científico deve vir atrelado a uma imagem ou em termos analógicos (FERRY e NAGEM, 2008).

Os autores Gibin et al (2009), em seus estudos, mostram que as imagens são pouco exploradas em sala de aula durante as atividades de ensino e argumentam que estas não se

apresentam de forma autoexplicativa. Diante dessa realidade, os alunos podem estabelecer compreensões diferentes e até mesmo equivocadas frente às observações de uma ilustração. Assim, o papel do professor torna-se fundamental para a construção do conhecimento associada ao uso de imagens.

Apesar das críticas de Bachelard a respeito das analogias, não se pode afirmar que ele é contra o uso de analogias e Imagens em situações de ensino. Sua posição é de que a razão não pode se acomodar a esses recursos, ou seja, ela tem que estar pronta a destruí-los sempre que o processo de construção do conhecimento exigir, pois, caso isso não ocorra, podem-se gerar obstáculos epistemológicos, os quais poderão prejudicar o desenvolvimento do conhecimento científico.

Por essa razão, Bachelard (1996) argumenta que o uso de analogias no ensino deve ser realizado com bastante cautela, pois a experiência científica contradiz a experiência comum. A analogia, quando utilizada de forma inadequada, pode gerar alguns obstáculos epistemológicos, isto é, o aluno não consegue romper as barreiras da primeira experiência, não atingindo, assim, o conhecimento científico.

Para entendermos a questão dos obstáculos epistemológicos de Bachelard, nos apoiamos em Lopes (1992). De acordo com essa autora “obstáculos epistemológicos são entendidos como entraves, inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e construção” (LOPES, 1992, p. 255). Dessa forma, os obstáculos epistemológicos podem mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento comum e o científico, quando o pensamento se prende ao conhecimento real e aparente. Nesse sentido, a autora traz o seguinte argumento:

O desenvolvimento da ciência é um processo descontínuo, onde constantemente temos que romper com conhecimentos anteriores, desconstruí-los para construir um novo conhecimento. E nesse processo estamos sempre procurando suplantar os obstáculos epistemológicos (LOPES, 1993, p. 313).

Os obstáculos epistemológicos aos quais Bachelard (1996) se refere foram assim classificados por ele: conhecimento geral, experiência primeira e obstáculos animista, substancialista, verbalista e realista.

Na sequência, trazemos uma explicação sucinta de cada um desses obstáculos.

a) Conhecimento Geral

De acordo com Bachelard (1996), a principal característica desse obstáculo é a sucessão de generalizações. Um exemplo dado pelo autor é a generalização do princípio da gravitação universal, segundo o qual todos os corpos caem, sem exceção. Sabemos que essa concepção geral não se aplica ao caso dos gases. No entanto, se o aluno aprendeu como lei geral, ele poderá não conseguir fazer outras interpretações, voltadas para casos específicos, podendo ter conclusões equivocadas.

b) Experiência primeira

Esse tipo de obstáculo é resultante de observações da natureza sem muita reflexão; assim, o sujeito se concentra apenas em suas impressões imediatas para explicar o fenômeno, sem propor análises mais profundas (BACHELARD, 1996). Dessa forma, o educando tem dificuldade de romper com a observação, na qual a prática científica está subordinada às imagens, tendo como referencial o empirismo evidente. A experiência primeira não é racional, dando-nos a falsa impressão de que somos capazes de compreender o fenômeno apenas observando:

A primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que compreendemos (BACHELARD, 1996, p. 25).

Nesse contexto, Bachelard ressalta sua posição contra o uso de imagens na ciência ou no ensino da ciência, principalmente em aulas de Química. Para ele, essas imagens podem causar prejuízo na aprendizagem quando utilizadas em experiências de laboratório que valorizam os efeitos *shows*, como grandes explosões, fumaças, mudanças de coloração em soluções e não o fenômeno científico que se pretende compreender. Por essa razão, Bachelard faz críticas contundentes ao uso de experiências marcantes, nas quais as imagens ocupam o plano principal, provocando um esvaziamento do seu princípio fundamental (ANDRADE et al, 2002).

c) Obstáculo Animista

Segundo Bachelard (1996), esse obstáculo privilegia o corpo humano e os fenômenos vitais, em que as relações analógicas ocorrem com os fenômenos biológicos e os físicos. A palavra vida transcende o seu domínio e associa-se a fenômenos como calor, eletricidade, movimentos. Lopes (1992), em seus estudos, afirma:

Fenômenos como o magnetismo e a eletricidade, estudados de maneira incipiente, eram essencialmente obstaculizados pelo animismo, pois seu caráter de atração e repulsão dos corpos, a energia a eles associada, tendiam a ser explicados por algum princípio vital (LOPES, 1992, p. 258).

Bachelard (1996) descreve em seu livro vários autores que, desde 1735, associava vida a fenômenos, como o cientista De Bruno, em cujo livro de experiência descreve que

A ferrugem é uma doença à qual o ferro está sujeito [...] O ímã perde sua virtude magnética quando é corroído pela ferrugem. Alguns recuperam parte de sua força quando retiram a superfície atacada por essa doença (BACHELARD, 1996, p. 194).

d) Obstáculo Substancialista

A principal característica desse obstáculo é a ideia de que as substâncias são dotadas de qualidades ocultas. Lopes, em um dos seus trabalhos sobre os obstáculos epistemológicos, afirma:

Para o conhecimento químico, obstaculizado pelo substancialismo vigora o mito do interior, do mais profundo íntimo que encerra a qualidade. Assim, uma qualidade é tão mais substancial quanto mais íntima for, ficando estabelecido o que Bachelard (1947) classifica como substancialismo do oculto, para o qual a substância é um interior (LOPES, 1993, p. 322).

Segundo Lopes (1993), Bachelard considera o substancialismo um dos maiores obstáculos ao conhecimento químico, embora a Química não seja a única ciência em que esse obstáculo se apresenta, mas sim preferencialmente. Ele aponta que o substancialismo se alterna do interior ao exterior, procurando buscar as justificativas do evidente.

Um exemplo do obstáculo substancialista a que Lopes (1993) faz referência em seus estudos é a análise da cor do metal ouro, em que esse metal é identificado e caracterizado pela sua coloração amarela. No entanto, verifica-se que lâminas muito finas desse metal, dependendo da espessura, apresentam variações de cor, como ouro verde, ouro azul, rosa-violáceo e não apenas o ouro amarelo, como é evidenciado no conhecimento comum.

e) Obstáculo verbalista

Bachelard (1996, p. 91) caracteriza o obstáculo verbalista como sendo um “obstáculo ao pensamento científico, hábitos de natureza verbal”. Com isso, uma única imagem ou até mesmo uma única palavra é usada para explicar vários fenômenos. Bachelard (1996) utiliza o exemplo da esponja, termo que, no período pré-científico, permite expressar os fenômenos mais variados. O autor afirma que

Nos fenômenos designados pela palavra esponja, o espírito não está sendo iludido por uma potência substancial. A função da esponja é de uma evidência clara e distinta, a tal ponto que não se sente necessidade de explicá-la (BACHELARD, 1996, p. 91).

Dessa forma, com a imagem generalizada da esponja, os pesquisadores utilizavam suas características conhecidas para explicar diversos fenômenos como, por exemplo, a dissolução do ar na água, em que a água, para o cientista Réaumur, era considerada adequada para explicar por que o ar deixava-se comprimir pelos pesos. Também os cientistas Benjamin e Franklin, para a experiência elétrica, consideram a matéria comum como uma espécie de esponja para o fluido elétrico. No período pré-científico, muitos estudiosos associavam uma palavra concreta a uma palavra abstrata, pensando ter realizado, com isso, evolução nas ideias.

f) Obstáculo realista

Para caracterizar o obstáculo realista, nos apoiamos na autora Lopes (1992), em cujos estudos sobre obstáculos afirma que “o realismo é a única filosofia inata, aquela que orienta o pensamento do senso comum, senso capaz de constituir a ciência geral, do superficial” (LOPES, 1992, p. 257).

O realista supervaloriza suas impressões tácteis, visuais e o objeto. Caso o realista não consiga tocar o objeto com as mãos, ao menos, ele terá que construir uma imagem que lhe permita visualizar o objeto, e, dessa forma, acaba generalizando, a fim de formular leis gerais para diferentes fenômenos (LOPES, 1992).

Bachelard, na psicanálise do realismo, refere-se às pedras preciosas e ao ouro em tratamentos médicos, o que encanta e atrai os pacientes.

[...] 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. Nessas opiniões dá-se a junção de uma experiência psicológica com a médica, ou seja, a função de uma paixão verdadeira com a idéia falsa. É a paixão verdadeira que constitui um obstáculo à correção da idéia falsa (BACHELARD, 1996 apud ANDRADE, 2002, p. 8)

Dessa maneira, com base no que foi exposto neste capítulo, percebemos que a linguagem analógica é uma forma de raciocínio inerente ao ser humano. Tanto para a ciência como para a educação, as analogias podem ser consideradas um instrumento útil no processo de desenvolvimento da construção do conhecimento científico, pois as mesmas têm o papel de aproximar conceitos considerados teóricos e abstratos da ciência de realidades mais familiares e de melhor compreensão aos alunos.

No entanto, concordamos com Bachelard, em relação à sua preocupação com o uso de toda e qualquer analogia no ensino, principalmente aquelas que reforçam as concepções de observações empíricas e do senso comum, retratando cópias fiéis da realidade, ao invés de assumirem um papel transitório. É desse modo que as analogias podem gerar obstáculos epistemológicos.

Com isso, percebemos que, na tentativa de tornar o conceito mais acessível aos alunos, professores e autores podem provocar distorções e a supervalorização do imediato e da generalização, tendo como consequência o equívoco ou uma distorção de conceitos. Desse modo, esses conceitos não serão mais científicos, mais sim fruto de experiências próprias. Essa tentativa de facilitar o ensino faz com que nos preocupemos ainda mais com o uso da analogia.

Dessa forma, o professor deve empenhar-se em ajudar os alunos a superar possíveis obstáculos epistemológicos identificados no processo ensino-aprendizagem, fazendo com que se desvinculem dos conceitos construídos unicamente a partir das imagens. O desenvolvimento do conhecimento científico se constrói com a ruptura do conhecimento anterior, isto é, do conhecimento comum. O professor de ciências deve ter consciência da necessidade de estimular uma constante superação desses obstáculos para promover a construção do conhecimento pelo aluno.

Diante desse quadro, no estudo do livro didático público de Química do Estado do Paraná, faremos uma avaliação de cada analogia identificada, com base nos critérios de classificação propostos por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), com algumas adaptações, o que será exposto na seção seguinte.

4 A PESQUISA

Nesta seção, apresentamos a pesquisa realizada e os critérios que serviram de base para a identificação e análise dos termos analógicos utilizados no LDPQ/Pr. Dessa forma, optamos pela pesquisa de cunho qualitativo, a qual foi sustentada pelos estudos de Bachelard (1996), Mól (1999), Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009). Nossa intenção foi analisar as analogias presentes nesse livro, verificando se estas trazem ou não contribuições para o processo ensino-aprendizagem dos conceitos químicos.

4.1 DESCRIÇÃO DO LDPQ/Pr

Como já acenado na seção 2 deste trabalho, esse livro configura-se como volume único, utilizado nas três séries do Ensino Médio. O livro é dividido em três partes, de acordo com os conteúdos estruturantes recomendados pelas Diretrizes Curriculares do Paraná (PARANÁ, 2007). A primeira parte, que abrange o conteúdo estruturante Matéria e sua Natureza, é composta por sete capítulos. A segunda aborda o conteúdo estruturante Biogeoquímica, apresentado do oitavo ao décimo terceiro capítulo. A terceira e última parte envolve o conteúdo estruturante Química Sintética, o qual se inicia no capítulo quatorze, estendendo-se até o dezoito.

4.2 PERCURSOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa consistiu na leitura integral do livro em questão, com o propósito de identificar as analogias presentes nos textos que compõem o mesmo (capítulos). Para identificar as analogias, foram observadas partes contidas nos textos que estavam de acordo com a definição estabelecida por Mól (1999), isto é, uma analogia consiste em uma comparação construída entre dois conceitos, sendo um conhecido, caracterizado por ele como Domínio, que servirá de referência, e um desconhecido, denominado Alvo, que corresponde àquele conceito que se pretende ensinar. Também se verificou a ocorrência de algum tipo de

identificação da analogia, pela presença de expressões como: “imagine que...”, “... é semelhante a...”, “... é como se fosse ...”, “... fazendo uma analogia ...”, entre outras (FRANCISCO JUNIOR, 2009).

Para facilitar a discussão acerca das analogias identificadas no livro em questão, estas foram digitadas na íntegra na forma de citação, estabeleceram-se códigos para a identificação de cada uma delas, e elas foram reunidas em um **ANEXO**, adicionado no final deste trabalho. Para a codificação das analogias, adotou-se o seguinte critério: o primeiro número, 5 (cinco), representa a seção do trabalho, e os números subsequentes referem-se ao capítulo e à ordem em que as analogias aparecem no LDPQ/Pr⁸. Vale salientar que, em alguns capítulos desse livro, não foram encontradas analogias. Por isso, a identificação das mesmas não segue uma sequência numérica trivial.

Na segunda etapa desta pesquisa, as analogias identificadas foram analisadas de acordo com a estrutura de classificação de Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), com algumas adaptações, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios de avaliação para analogias.

CRITÉRIOS	DEFINIÇÕES DOS CRITÉRIOS
1. Conteúdo do conceito alvo	Aspecto químico considerado como conceito alvo na analogia.
2. Tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo	O análogo e o conceito alvo compartilham atributos estruturais, funcionais ou ambos.
3. Formato da apresentação	Como as analogias são apresentadas nos textos, podendo ser classificadas como verbal ou ilustrativo verbal.
4. Condição ou Nível de abstração dos conceitos da analogia e do alvo	Com que nível de abstração as analogias são inseridas nos textos.
5. Posição da analogia em relação ao conceito alvo	Se as analogias são apresentadas antes, durante ou depois da apresentação do conceito alvo ou, ainda, se são posicionadas nas margens do livro, isto é, não inseridas no texto.
6. Nível de enriquecimento	Em que dimensão as analogias contribuem para a compreensão das semelhanças entre o análogo e o conceito alvo apresentado pelo(s) autor(es).
7. Orientação pré-tópico	Se no texto ou na imagem em que o autor utiliza a analogia como recurso pedagógico, se possui alguma identificação de estratégia e explicações que discutem os conceitos domínio e o alvo com o intuito de familiarizar o leitor com o conceito alvo.
8. Limitações	Se há discussão ou alerta sobre a possibilidade de os alunos obterem um entendimento não adequado quanto ao uso de analogias e metáforas nos textos.

Fonte: Adaptado de Francisco Junior (2009).

⁸Por exemplo, a identificação 5.1.1 representa a primeira analogia encontrada no capítulo 1 (um) do livro objeto deste estudo, que será discutida na seção 5 (cinco) deste trabalho.

A seguir, detalhamos cada critério descrito na Tabela 1:

O primeiro critério especifica o tópico ou conceito químico considerado como alvo na analogia. Com o segundo, pode-se avaliar o tipo de relação analógica existente entre o domínio e o alvo, ou seja, se a analogia e o conceito alvo compartilham atributos. Esses atributos podem ser classificados como: Estrutural, Funcional, Estrutural/Funcional. A relação estrutural é estabelecida pela semelhança física geral entre o domínio e o alvo. Já a relação funcional é aquela em que “a função ou comportamento do análogo é atribuído ao alvo” (THIELE e TREAGUST, 1994 apud FRANCISCO JUNIOR, 2009, p. 127). Outra relação estabelecida é a estrutural/funcional, na qual o domínio e o alvo compartilham semelhanças estruturais e funcionais.

A terceira categoria refere-se ao formato da apresentação, que pode ser classificado como verbal ou ilustrativo verbal. Quando a analogia é apresentada somente no texto, é considerada verbal; quando apresenta algum tipo de ilustração, além do texto, é considerada ilustrativo verbal.

No quarto critério, avalia-se a condição ou o nível de abstração; assim, quando a analogia for concreta e o conceito alvo for abstrato, denomina-se esse nível cognitivo como concreto/abstrato. No entanto, quando as analogias e o conceito alvo forem concretos, classificamos a analogia como concreta/concreta. No caso de ambos serem abstratos, considera-se a analogia abstrata/abstrata.

Com relação ao quinto critério, o da posição, este se refere ao modo como a analogia está posicionada no texto. As analogias podem estar inseridas em textos e textos com ilustrações antes, durante ou depois da apresentação do conceito alvo, ou ainda nas margens do livro texto.

O sexto critério diz respeito ao nível de enriquecimento, critério com o qual se verifica a extensão das semelhanças apresentadas, podendo as analogias ser assim classificadas: analogia simples, enriquecida ou estendida. A analogia simples apresenta apenas um único atributo compartilhado com o conceito alvo. Já as analogias consideradas enriquecidas compartilham mais de um atributo com o conceito alvo. Quando mais de uma analogia é empregada para a discussão de um mesmo conceito alvo, ou ainda quando a analogia sofre uma modificação para compartilhar um novo atributo, consideram-se tais analogias como analogias estendidas.

No sétimo item, avalia-se a orientação pré-tópico, ou seja, averigua-se se, ao longo do texto, existem evidências de adicionais explicações das analogias, e se os autores incluem, em seus textos, alguma estratégia de identificação para indicar o uso de uma analogia, como, por

exemplo, expressões, tais como: “imagine que...”, “é semelhante a...”, “é como se fosse...”, “podemos comparar...”, “é análogo a...”. Nesse caso, todas as expressões foram classificadas como uma identificação de estratégia.

Quanto ao oitavo critério, denominado nível de mapeamento, analisa-se como os autores de livro didático discutem os conceitos domínio e alvo, e se o conceito análogo é tratado de forma a familiarizar o leitor com o conceito alvo.

Com relação ao nono critério, o da limitação, verifica-se se os autores alertam o leitor a respeito de uma possível ocorrência de um entendimento não adequado, bem como se há a discussão de algumas limitações relacionadas às analogias.

As analogias classificadas de acordo com cada critério de análise descrito foram organizadas em tabelas.

Como terceira e última etapa desta pesquisa, procedeu-se ao tratamento dos dados, confrontando-os com o referencial teórico que norteou o contexto da pesquisa.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ

Nesta seção, apresentamos as analogias que foram identificadas no LDPQ/Pr⁹. Como já descrito no capítulo anterior, as analogias foram analisadas segundo os critérios adotados por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), e são apresentadas nas tabelas de número 2 (dois) a 8 (oito), ao que se segue discussão com base no referencial teórico revisitado.

Tabela 2 – Analogias identificadas e o conceito alvo ao qual se referem.

Analogias identificadas	Conceito Alvo
5.1.1	Propriedades sensoriais da matéria
5.1.2	Estados físicos da matéria
5.2.3	Estrutura atômica
5.2.4	Estrutura atômica
5.2.5	Estrutura atômica
5.2.6	Natureza elétrica da matéria
5.3.7	Reações ácido-base
5.3.8	Acidez e basicidade
5.3.9	Acidez e basicidade
5.4.10	Ligações químicas
5.4.11	Ligações químicas
5.4.12	Ligações químicas
5.4.13	Comportamento ondulatório dos elétrons
5.4.14	Comportamento ondulatório dos elétrons
5.4.15	Comportamento ondulatório dos elétrons
5.4.16	Orbitais atômicos
5.4.17	Orbitais atômicos
5.6.18	Equilíbrio químico
5.7.19	Introdução ao conceito de pilhas
5.7.20	Ponte salina
5.8.21	Soluções (água dura)
5.9.22	Enzimas e substratos
5.11.23	Equilíbrio químico
13.245	Equilíbrio sólido-líquido
5.15.25	Isomeria

Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao conceito alvo, critério este apresentado na Tabela 2, observamos que, dentre as 25 (vinte e cinco) analogias identificadas, abrangendo os 15 (quinze) capítulos do

⁹ Para consultar a lista completas das analogias identificadas no LDPQ/Pr ver ANEXOS.

livro, o capítulo com maior representatividade foi o 04 (quatro), **“Ligue e fique ligado”**, no qual são desenvolvidos os conceitos de ligações químicas. Nesse capítulo, foram encontradas 08 (oito) analogias, o que corresponde a 32%. Outro capítulo em que também houve uma representação significativa de analogias foi o capítulo 2 (dois), **“A Química do cabelo elétrico”**, no qual as autoras desenvolvem o tópico de estrutura atômica, apresentando 04 (quatro) analogias, que perfazem 16% do total de analogias identificadas no LDPQ/Pr.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentam certa similaridade aos encontrados anteriormente por outros autores. Monteiro e Justi (2000), em uma análise de 11 (onze) coleções de livros de Química brasileiros, das 126 (cento e vinte e seis) analogias identificadas, 41% foram relacionadas ao tópico de estrutura atômica e 9% ao de ligações químicas. Em outra pesquisa, Francisco Junior (2009), em 05 (cinco) livros de Química aprovados pelo PNLEM/2007, identificou 154 (cento e cinquenta e quatro) analogias das quais 16,9% eram referentes ao tópico de estrutura atômica e apenas 2,6% ao tópico de ligações químicas.

Como se pode perceber nas pesquisas comentadas, os conhecimentos químicos que mais apresentam analogias são os de estrutura atômica e ligações químicas. Especificamente no tópico de estrutura atômica, os livros didáticos apresentam as mesmas analogias, tais como: pudim de passas para o modelo de Thomson e o sistema solar para o modelo de Rutherford.

Possivelmente, o emprego das mesmas analogias em diversos livros didáticos e até mesmo no LDPQ/Pr, denominado pela SEED-Pr como um material inovador, se deve ao fato de os autores estarem habituados com as mesmas analogias nesses tópicos, mantendo, assim, a tradição quanto ao seu uso, inclusive empregando as mesmas ilustrações.

No entanto, apesar de os conceitos de ligações químicas e estrutura atômica serem considerados abstratos e de difícil compreensão, conforme argumentam Megid Neto e Fracalanza (2003), com todo o avanço tecnológico, outros recursos didáticos poderiam ser utilizados para promover o entendimento desses conceitos.

Nesse sentido, não são somente os autores de livros didáticos que estão habituados com esses modelos, mas também os professores, uma vez que são dependentes desse material didático. Dessa forma, acabam engessando suas aulas com essas analogias, já consideradas clássicas, e não conseguem perceber que tais modelos de ensino podem, muitas vezes, gerar nos alunos obstáculos epistemológicos.

Vamos retomar os dois modelos de estrutura atômica: o de Rutherford e o de Thomson. O modelo de Rutherford, do sistema solar, compara o movimento dos elétrons ao

redor do núcleo com a movimentação dos planetas ao redor do sol. Essa movimentação atribuída aos elétrons pode remeter o aluno à ideia de vida, o que pode gerar um obstáculo epistemológico do tipo animista.

Com relação ao modelo de Thomson, os autores de livros didáticos descrevem que os elétrons estão incrustados na superfície de uma esfera de carga positiva, como ameixas em um pudim. Essa analogia remete à ideia de que as passas ficam distribuídas de maneira uniforme em toda a massa, o que não é verdade, pois, ao se fazer um pudim e colocar passas na massa, nem sempre, depois de o pudim ficar pronto, as passas ficam espalhadas de maneira uniforme; provavelmente, estarão distribuídas na superfície do pudim e não por toda a massa, como estão representados os elétrons nesse modelo. O uso desse modelo pode fazer com que o aluno desenvolva um obstáculo epistemológico do tipo realista, compreendendo o conceito científico sempre associado a um exemplo concreto. Com isso, o aluno permanecerá no senso comum, já que não conseguirá ultrapassar o conhecimento da primeira experiência, adquirindo somente uma visão superficial da ciência (BACHELARD, 1996).

Conforme argumenta Lopes (2007), os assuntos mais obstaculizados pelo animismo são os referentes à estrutura atômica e às ligações químicas. A autora ressalta ainda que o obstáculo animista “se articula muito diretamente com as concepções realistas, pois o ato de conferir características humanas às substâncias químicas articula-se com o ato de concretizar outras ordens de realidade” (LOPES, 2007, p. 149).

No tocante ao tópico de ligações químicas, a maioria dos autores de livros didáticos personifica os átomos, em geral, com bonecos que expressam sentimentos (LOPES, 2007).

No livro analisado, isso também se manifesta, particularmente no capítulo que trata das ligações químicas, no qual a autora representa os átomos com bonecos, cuja forma até se assemelha a tubos de ensaio. Nesse processo de personificação, associa-se a prática de esporte, no caso, o rapel, em que as âncoras e amarrações representam os tipos de ligações químicas. A Figura 5 ilustra a representação.

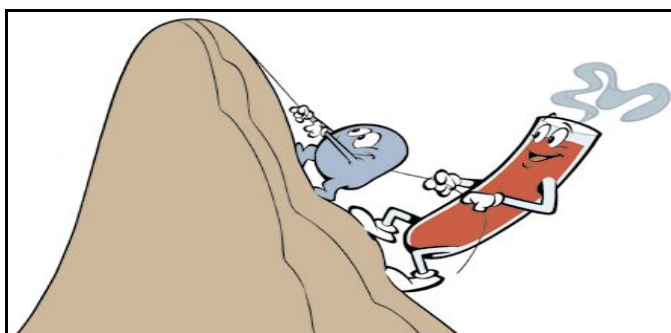


Figura 5 – Átomos praticando rapel.
Fonte: PARANÁ (2007, p. 57).

O uso dessa representação pela autora certamente foi motivada pela intenção de familiarizar o aluno com as ligações que os átomos são capazes de fazer para formarem as substâncias. No entanto, a atribuição de características humanas, tais como: olhos, bocas, mãos e pés, como mostra a figura, pode causar prejuízos na aprendizagem dos alunos, em função dos obstáculos animistas já discutidos acima. Além disso, como afirma Bachelard (1996), as imagens usadas no processo ensino-aprendizagem precisam ser destruídas, caso contrário, também contribuem para a geração de obstáculos epistemológicos, comprometendo a construção dos conhecimentos científicos.

Ainda com relação ao conceito alvo, pudemos identificar também, no livro em questão, alguns erros conceituais, como se pode perceber nas analogias 5.1.2, 5.3.8, 5.3.9, 5.13.24. Quanto à analogia 5.1.2, ANEXO A, na primeira parte do texto, a autora afirma que, quando nos agitamos, há um aumento da temperatura e, por isso, sentimos calor. Percebe-se que foi feita uma relação equivocada entre o conceito de calor e o de temperatura. Conforme Russel (1994), “Calor é uma forma de energia que é diretamente transferida de um objeto quente para um mais frio. Tal energia não está na forma de calor antes ou depois da transferência, somente durante a transferência” (RUSSEL, 1994, p. 21). Já o conceito de temperatura é definido da seguinte maneira:

a temperatura de um objeto mede a energia cinética média de suas partículas. Quando o calor é transferido para um objeto, a energia cinética média de suas partículas componentes é aumentada, estas partículas movem-se então mais rapidamente e a temperatura do objeto aumenta (RUSSEL, 1994, p. 21).

Assim, conforme as definições acima, pode-se dizer que, quando fazemos algum tipo de exercício, não é a temperatura do corpo que aumenta, mas sim a sensação térmica, principalmente se estivermos em um ambiente fechado ou com sol, caso em que a sensação térmica será ainda maior.

Na sequência do texto, nessa mesma analogia, a autora utiliza a ideia de que as moléculas só estão em movimento se o líquido estiver em movimento, o que não é verdade. Os líquidos, por possuírem viscosidade intermediária, menor do que a do sólido, porém maior do que a dos gases, possui uma fluidez que faz com que suas moléculas possuam maior liberdade de movimento do que aquelas de um sólido. Além disso, a autora está atribuindo às moléculas propriedades macroscópicas do líquido. O texto que se refere à analogia 5.1.2 ainda remete à ideia de que as moléculas estão mais afastadas na água em seu estado líquido do que no estado sólido, o que também é uma inverdade. Isto porque “as moléculas de um líquido estão quase tão próximas quanto ao do sólido, porém, estas mostram ao mesmo tempo um

grau de desordem em relação ao do sólido” (RUSSEL, 1994, p. 454). Para ilustrar essa analogia, a autora utiliza a imagem de uma cachoeira, para representar a maior movimentação das moléculas de um líquido em comparação ao sólido. Com essa ilustração, não conseguimos visualizar essa diferença de movimentação. Sendo assim, a ilustração é desnecessária, uma vez que não traz contribuição significativa para o aprendizado do aluno.

No que se refere à analogia 5.13.24, encontrada no capítulo 13, **“Vidros e cristal”**, também foi constatado um erro conceitual. A autora compara o vidro com um líquido congelado rapidamente. Para facilitar a discussão, reproduzimos a analogia abaixo:

vidro pode ser comparado a um líquido congelado rapidamente, no qual as moléculas em movimento ficaram repentinamente paradas, “presas” em uma configuração desordenada. O “estado vítreo”, portanto, é caracterizado por um comportamento físico de sólido, com estrutura de líquido congelado (PARANÁ, 2007, p. 179).

Pode-se perceber um pequeno equívoco nessa afirmação, pois o vidro é, de fato, um líquido que foi supercongelado, conforme a definição fornecida por Russel (1994):

os líquidos podem ser supercongelados a temperaturas muito abaixo de seus pontos de congelamento por resfriamento brusco. Se for removido suficiente calor, o movimento das moléculas torna-se tão lento que a probabilidade das moléculas coalescerem dentro dos retículos cristalinos torna-se muito pequena. Neste ponto, a viscosidade torna-se tão alta que a fluidez é praticamente nula, e o líquido torna-se semelhante a um sólido – duro e rígido com forma constante (RUSSEL, 1994, p. 473).

Sabemos que as analogias, quando utilizadas por professores e autores, devem ser no sentido de aproximar algo conhecido de um desconhecido. Essa aproximação em forma de comparação não pode apresentar conceitos confusos e errôneos, pois poderá comprometer o aprendizado do aluno.

Outro erro conceitual constatado diz respeito às analogias 5.3.8 e 5.3.9, referentes ao capítulo 3 (três), **“A Química de todo dia”**, que aborda o conceito acidez e basicidade. A autora, na tentativa de definir os conceitos de ácidos e bases (conceito alvo), compara, por meio de sensações do paladar (domínio), a acidez e basicidade. As analogias 5.3.8 e a 5.3.9 estão, respectivamente, descritas na íntegra para facilitar a discussão.

Algumas substâncias nos dão a sensação de “amarrar” a boca. Isto se deve à característica adstringente da substância, uma vez que inibe a produção de líquido (saliva) provocando tal sensação. Substâncias que apresentam característica adstringente se comportam como base. Outras substâncias que tem gosto azedo se comportam como ácido (PARANÁ, 2007, p. 44).

Como já vimos, usamos a palavra ácido para indicar o sabor azedo de algumas frutas, como: laranja, abacaxi, morango. Há outras frutas, como: caju, banana e caqui verdes que “amarram” a boca porque tem características adstringentes (básicas). Assim, nós empregamos as palavras ácido e base relacionadas ao nosso paladar (PARANÁ, 2007, p. 53).

A autora define, com essas duas analogias, ácidos e bases, em função do sabor de algumas frutas, como se a função química fosse definida a partir da propriedade organoléptica, o que não é totalmente correto do ponto de vista químico. Os ácidos e as bases são duas importantes classes de compostos químicos que são assim definidos: “Ácido é um composto capaz de fornecer íons de hidrogênio, H^+ , em solução aquosa” e a “base é um composto capaz de fornecer íons hidróxidos, OH^- em solução aquosa” (RUSSEL, 1994, p. 89).

Esse erro também é cometido por outros autores de livros didáticos, como, por exemplo, Tito e Canto, autores do livro **“Química na abordagem do cotidiano”**, aprovado no PNLEM/2007. Esses autores trazem a mesma definição errônea para conceituar ácidos e bases, estabelecendo uma definição operacional:

Existem em nosso cotidiano substâncias que apresentam sabor azedo, tais como o suco de limão e o vinagre. Há também substâncias que apresentam sabor adstringente, ou seja, “amarram” a boca. É o caso da banana, do caju e do caqui verdes e também do leite de magnésia. Na verdade, esses dois tipos de sabor, o azedo e o adstringente, caracterizam dois grandes grupos de substâncias: ácidos e as bases (TITO e CANTO, 2007, p. 151)

Dessa forma, verificamos que muitos autores de livros didáticos, na tentativa de simplificar para o aluno o conhecimento científico, fazem comparações equivocadas, partindo de analogias mal estruturadas. Com isso, acabam conceituando inverdades, fazendo com que os alunos desenvolvam um conhecimento ingênuo sobre determinados conceitos. Lopes (2007) argumenta que, com a finalidade de tornar familiar todo conceito abstrato, utilizam-se, de maneira excessiva, analogias, metáforas e imagens. Essas associações não racionalizadas obstaculizam a compreensão científica, produzindo crenças de conhecimento e a impressão de que se compreende o conceito, o que, de fato, não ocorre.

Essas associações não racionalizadas criticadas por Lopes (2007) foram identificadas em vários assuntos abordados nesse e em outros capítulos do LDPQ/Pr.

Ainda no capítulo 4 (quatro), percebe-se que a autora, com o intuito de tornar familiar para os alunos os conceitos químicos, utiliza, de forma indireta, a analogia que classificamos como 5.3.7, para introduzir os conceitos de reações ácido-base. Consideramos que essa

analogia foi utilizada de forma indireta, devido ao fato de a autora não explicitar objetivamente a comparação, deixando-a subentendida para o leitor, ao trazer a ilustração de um dragão cuspidor de fogo dentro do estômago (Figura 6), acompanhada das seguintes questões: “Você já sentiu um dragão cuspidor de fogo em seu estômago? Como dominar esse dragão”? Na Figura 6, representa-se um estômago humano, contendo uma imagem mitológica de um dragão cuspidor de fogo, o que pode personificar uma reação química. A autora descreve, assim, a sensação de queimação no estômago, provocada pelo aumento da acidez do suco gástrico.



Figura 6 – O dragão que cuspe fogo no estômago.
Fonte: PARANÁ (2007, p. 41).

Essa afirmação, associada à existência de um dragão dentro do estômago, não permite ao aluno construir o conhecimento químico envolvido no processo que eleva a acidez do suco gástrico. Assim, o aluno poderá ficar preso à imagem desse dragão, principalmente, se esta não for desconstruída no processo de aprendizagem, fato que não ocorre no livro analisado. Por essa razão, Bachelard (1996) afirma que as analogias, metáforas e imagens, no processo de ensino-aprendizagem, devem ser construídas e desconstruídas, ou seja, elas devem ser caracterizadas como passageiras e de caráter provisório, nunca de forma definitiva.

Complementando essa questão, Monteiro e Justi (2000) também destacam que o processo de visualização desencadeada pelas analogias é um fator importante na aprendizagem, mas também pode causar vários problemas. Isto porque os alunos podem internalizar a analogia integralmente, o que poderá levá-los a uma compreensão errônea dos conceitos em discussão. Como podemos verificar, em nenhum momento, as imagens construídas pelos autores desse livro, tanto a da prática do rapel, como a do dragão cuspidor de fogo no estômago, são desconstruídas. Ao contrário, elas são constantemente reafirmadas, podendo o aluno-leitor acreditar que as mesmas reproduzem uma verdade, daí a importância da intervenção do professor que fizer uso desse material.

Outro critério de classificação das analogias diz respeito ao tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo. Nessa categoria, as analogias encontradas foram classificadas da seguinte maneira: funcional, estrutural e funcional/estrutural, conforme retrata a Tabela 3.

Tabela 3 – Analogias e o tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo.

Analogias identificadas	Tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo
5.1.1	Funcional
5.1.2	Funcional
5.2.3	Estrutural
5.2.4	Estrutural
5.2.5	Estrutural/Funcional
5.2.6	Funcional
5.3.7	Funcional
5.3.8	Funcional
5.3.9	Funcional
5.4.10	Estrutural
5.4.11	Estrutural/ Funcional
5.4.12	Estrutural
5.4.13	Funcional
5.4.14	Funcional
5.4.15	Funcional
5.4.16	Funcional
5.4.17	Funcional
5.6.18	Funcional
5.7.19	Funcional
5.7.20	Funcional
5.8.21	Funcional
5.9.22	Estrutural/ Funcional
5.11.23	Funcional
5.13.24	Estrutural
5.15.25	Estrutural

Fonte: Elaboração própria.

Quanto à relação analógica, constatamos que, dentre as 25 (vinte e cinco) analogias identificadas no LDPQ/Pr, 16 (64%) se classificam como funcionais, 6 (24%) como estruturais e apenas 3 (12%) foram caracterizadas como estruturais/funcionais. Esses resultados são similares aos das outras pesquisas já mencionadas, quais sejam, a de Monteiro e Justi (2000) e a de Francisco Junior (2009). Os primeiros autores encontraram, em 11 (onze) coleções de livros de Química, 58% de analogias do tipo funcional, 38% do tipo estrutural e apenas 4% do tipo estrutural/funcional. Já na pesquisa de Francisco Junior (2009), foram identificadas 49,4% de analogias do tipo funcional, 35,7 % de analogias do tipo estrutural, e com um índice também menor, 11,7% de analogias do tipo estrutural/funcional.

Como podemos perceber, em todas as pesquisas citadas, as analogias do tipo funcional estão em maior quantidade nos livros didáticos, seguidas das do tipo estrutural e, por último, as do tipo funcional/estrutural.

De acordo com a teoria revisitada, entende-se que, quanto maior for a similaridade entre o domínio e o alvo em uma dada analogia, melhor será a possibilidade de transposição dos conceitos. Portanto, o recomendável seria a utilização de analogias que compartilhem relações analógicas tanto do tipo funcional como estrutural.

Segundo os argumentos de Monteiro e Justi (2000), a maior representatividade das analogias do tipo funcional e estrutural nos livros didáticos de Química se deve à natureza processual da maior parte dos tópicos químicos, nos quais esses recursos são empregados.

Entretanto, não são todas as analogias que permitem estabelecer mais de uma relação analógica. Sendo assim, as analogias que apresentam somente o tipo funcional ou estrutural podem trazer benefícios no processo ensino-aprendizagem, assim como as analogias que estabelecem relações que compartilham atributos tanto funcionais como estruturais podem trazer prejuízos à aprendizagem. Um exemplo disso é a analogia classificada nesta pesquisa como 5.9.22, chave-fechadura, também encontrada nos livros indicados pelo PNLEM/2007. Essa analogia será comentada no próximo critério de análise.

Ainda no livro em questão, LDPQ/Pr, consideramos como um bom exemplo de analogia do tipo funcional a analogia da prática do esporte rapel, apresentada nas analogias 5.4.10, 5.4.11 e 5.4.12 do capítulo 4 (quatro): “**Ligue e fique ligado**”. Essas analogias podem ser consideradas como portadoras de bom potencial didático, por permitirem a explicação de vários fatores que envolvem o conceito de ligações químicas, tais como: estabilidade, níveis energéticos, forças atrativas, formação de moléculas, agrupamentos de átomos ou sólidos iônicos, camadas de valência e regra do octeto. No entanto, essas analogias somente serão potencializadas se forem discutidos os atributos correspondentes às suas limitações, e isso não é feito pela autora. Nesse caso, cabe ao professor a função de promover tais discussões.

Na Tabela 4, trazemos a forma de apresentação das analogias identificadas, as quais foram classificadas como verbal e ilustrativo-verbal.

Tabela 4 – Analogias e a forma como são apresentadas no texto.

Analogias identificadas	Formato da apresentação
5.1.1	Verbal
5.1.2	Ilustrativo verbal
5.2.3	Ilustrativo verbal
5.2.4	Ilustrativo verbal
5.2.5	Ilustrativo verbal
5.2.6	Verbal
5.3.7	Ilustrativo verbal
5.3.8	Verbal
5.3.9	Verbal
5.4.10	Verbal
5.4.11	Verbal
5.4.12	Verbal
5.4.13	Verbal
5.4.14	Verbal
5.4.15	Verbal
5.4.16	Verbal
5.4.17	Verbal
5.6.18	Verbal
5.7.19	Verbal
5.7.20	Verbal
5.8.21	Verbal
5.9.22	Ilustrativo verbal
5.11.23	Verbal
5.13.24	Verbal
5.15.25	Verbal

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os dados da Tabela 4, das 25 (vinte e cinco) analogias identificadas no LDPQ/Pr, 19 (76%) foram classificadas como verbal e 6 (24%) como ilustrativo-verbal. Esses resultados diferem dos encontrados por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009). Na primeira pesquisa, a ilustrativo-verbal obteve maior percentagem e, na segunda pesquisa, as duas categorias ficaram muito próximas em termos de percentagem.

Percebemos que o livro em questão possui muitas imagens, porém nem todas estão associadas com as analogias. A maioria das imagens nesse livro exerce apenas função ilustrativa. E as analogias que apresentam imagens, classificadas como ilustrativo-verbal, nem sempre contribuem para a aprendizagem, como é o caso da analogia 5.9.22 (modelo chave e fechadura), do capítulo 9 (nove) do LDPQ/Pr, intitulado “**Qual o melhor remédio?**”. Essa analogia é transcrita a seguir para facilitar a discussão: “As enzimas e substratos se encaixam

de um modo preciso e específico conhecido por modelo chave e fechadura” (PARANÁ, 2007, p. 132).

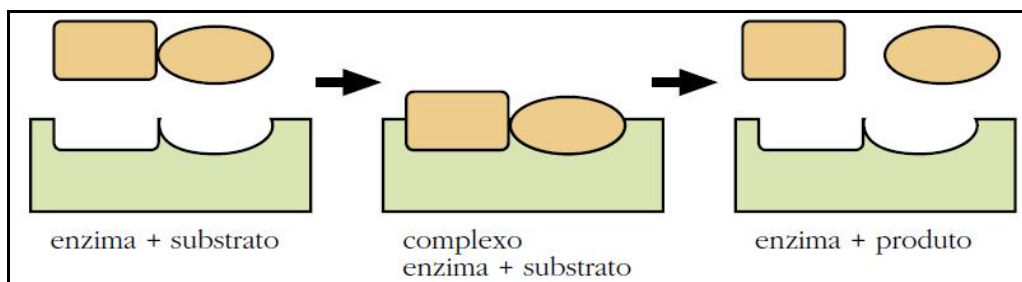


Figura 7 – Modelo Chave e fechadura.

Fonte: PARANÁ (2007, p. 132).

Conforme a analogia, Figura 7, a enzima e o substrato possuem um encaixe perfeito, da mesma forma como uma chave se encaixa perfeitamente em uma fechadura. A mesma analogia aparece nos livros pesquisados por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), sendo considerada por esses autores uma analogia clássica em livros didáticos de Química.

Segundo Francisco Junior (2009), a analogia chave-fechadura possui um equívoco conceitual, uma vez que a enzima e o substrato não possuem encaixe perfeito, pois se isso ocorresse de fato, “o complexo enzima-substrato possuiria maior estabilidade do que os reagentes e os produtos da reação, desfavorecendo termodinamicamente a catálise enzimática que por sua vez, não se processaria” (FRANCISCO JUNIOR, 2009, p. 133). De acordo com o mesmo autor, essa analogia exerce papel apenas funcional, pois algumas enzimas específicas catalisam as reações com substratos específicos, assim como determinadas chaves abrem fechaduras específicas. Contudo, essa analogia é utilizada por vários autores como relação analógica do tipo estrutural/funcional, conforme a ilustração.

De acordo com Carneiro et al (2005), qualquer recurso didático poderia ser usado no processo ensino-aprendizagem, basta o professor intervir no problema em questão e debater com os seus alunos as limitações associadas ao recurso. No caso da analogia chave-fechadura, Francisco Junior (2009) sugere o seu uso numa perspectiva problematizadora, como um questionamento:

Por que a analogia chave-fechadura, sob o ponto de vista energético, não é adequada para explicar a catálise enzimática? Tal questão pode ser discutida em termos da tendência dos sistemas sempre se dirigirem para estados de menor energia, justamente o que aconteceria se a catálise enzimática fosse processada segundo essa analogia (FRANCISCO JÚNIOR, 2009, p. 134).

Assim, concordamos com os argumentos desses autores, pois, mesmo se a analogia apresentada no livro didático possuísse algum tipo de equívoco, seja na forma como foi estabelecida, seja como um erro conceitual é papel do professor intervir para que a aprendizagem ocorra de maneira satisfatória.

Na tabela 5, apresentamos uma avaliação das analogias encontradas no LDPQ/Pr, quanto à condição ou ao nível de abstração do domínio e do alvo.

Tabela 5 – Analogias classificadas, conforme a Condição ou o Nível de abstração dos conceitos da analogia e do alvo.

Analogias identificadas	Condição ou Nível de abstração dos conceitos da analogia e do alvo
5.1.1	Concreta/Concreta
5.1.2	Concreta/Abstrata
5.2.3	Concreta/Abstrata
5.2.4	Concreta/Abstrata
5.2.5	Concreta/Abstrata
5.2.6	Concreta/Abstrata
5.3.7	Concreta/Abstrata
5.3.8	Concreta/Abstrata
5.3.9	Concreta/Abstrata
5.4.10	Concreta/Abstrata
5.4.11	Concreta/Abstrata
5.4.12	Concreta/Abstrata
5.4.13	Concreta/Abstrata
5.4.14	Concreta/Abstrata
5.4.15	Concreta/Abstrata
5.4.16	Concreta/Abstrata
5.4.17	Concreta/Abstrata
5.6.18	Concreta/Abstrata
5.7.19	Concreta/Concreta
5.7.20	Concreta/Concreta
5.8.21	Concreta/Concreta
5.9.22	Concreta/Abstrata
5.11.23	Concreta/Abstrata
5.13.24	Concreta/Concreta
5.15.25	Concreta/Concreta

Fonte: Elaboração própria.

Como retrata a Tabela 5, das 25 (vinte e cinco) analogias identificadas no LDPQ/Pr, 19 (dezenove), ou seja, 76% foram classificadas como concreta/abstrata e 6 (seis), isto é, 24% como concreta/concreta. Não identificamos nenhuma analogia com a condição abstrata/abstrata. Acreditamos que esse resultado se deva ao fato de o livro em questão ser caracterizado de acordo com a própria SEED-Pr como um livro de linguagem acessível, que aproxima os saberes da realidade dos alunos. Dessa forma, os autores dos diferentes capítulos

desse livro tentam concretizar o máximo possível os conceitos químicos, relacionando-os com o cotidiano dos alunos. Em algumas situações, contudo, tais aproximações acabam provocando uma banalização do conhecimento científico.

Com relação a esse critério, os resultados desta pesquisa também se aproximaram dos encontrados por Monteiro e Justi (2000). Para esses autores, 93% das analogias encontradas foram classificadas como concreta/abstrata, 2% como concreta/concreta e 5% como abstrata/abstrata. Os resultados obtidos por Francisco Junior (2009), em 154 analogias presentes nas obras analisadas, também se revelaram parecidos, pois 76% das analogias foram do tipo concreta/abstrata, 9,1% caracterizadas como concreta/concreta e 14,9% como abstrata/abstrata.

Se considerarmos que o propósito de usar analogias é aproximar algo desconhecido (no caso da ciência Química, principalmente, os conceitos abstratos) com algo conhecido, ou seja, com conceitos concretos, fica evidente que o livro pesquisado, LDPQ/Pr, apresenta pontos positivos nesse sentido, pois a maioria das analogias nele presentes são do tipo concreta/abstrata. Contudo, vale ressaltar que o fato de o conceito domínio ser concreto não garante que ele seja familiar aos estudantes e, se isso não ocorrer, não se proporcionará a aprendizagem desejada. Como exemplo, podemos citar a analogia 5.3.7 do capítulo “**A Química de todo dia**”. Nessa analogia, consideramos que o conceito domínio seja a sensação de queimação do estômago e que o conceito alvo se refira ao tópico de acidez e basicidade; porém, não podemos afirmar com certeza que todos os estudantes do Ensino Médio já tiveram a experiência dessa sensação no estômago. Logo, essa relação análoga pode não ser familiar a todos os estudantes e, conseqüentemente, a analogia pode não estabelecer o devido aprendizado.

Tal situação pode ocorrer também nas analogias 5.4.10 e 5.4.11, em que os átomos praticam o esporte rapel, como já explicitado neste capítulo. Embora essas analogias possam ser categorizadas como concreta/abstrata, possivelmente, essa prática esportiva (relação análoga) não é familiar a todos os alunos, o que pode dificultar a transposição do conhecimento do domínio para o alvo. Como alerta Francisco Junior (2009), autores de livros didáticos e professores devem tomar cuidado quanto ao uso desse tipo de analogia, pois dificilmente o aluno-leitor será capaz de compreendê-la, causando prejuízos em termos de aprendizagem.

Outra condição de classificação para as analogias encontradas foram as do tipo concreta/concreta. Dentre as analogias classificadas, discutiremos a analogia 5.7.20, do capítulo 7 (sete), “**Órgão elétrico artificial**”, descrita na íntegra para facilitar a discussão:

a gengiva e a saliva, por sua vez, funcionam como ponte salina que no experimento foi substituída pela tripa de boi (celulose regenerada). A corrente elétrica (movimento de elétrons) produzida é pequena, causando a sensação de dor (choque) sentida pelos nervos dos dentes (PARANÁ, 2007, p. 104).

Entendemos que, para o aluno compreender essa analogia, ele deva realizar o experimento proposto no LDPQ/Pr, nas páginas 101 e 102, pois, embora o conceito domínio e o alvo sejam considerados concretos, se o estudante não conhecer o funcionamento de uma ponte salina, dificilmente conseguirá estabelecer as devidas relações analógicas. Mais uma vez, se evidencia a importância da intervenção do professor no processo ensino-aprendizagem, cabendo-lhe lançar mão de diferentes recursos didáticos.

As analogias identificadas neste trabalho também foram classificadas quanto à posição ocupada no texto em relação ao conceito alvo, conforme demonstra a Tabela 6.

Tabela 6 – Analogias e suas posições no texto em relação ao conceito alvo.

Analogias identificadas	Posição da analogia em relação ao conceito alvo
5.1.1	Antes
5.1.2	Depois
5.2.3	Durante (descrição) e na margem (ilustração)
5.2.4	Durante (descrição) e na margem (ilustração)
5.2.5	Durante (descrição e ilustração)
5.2.6	Depois
5.3.7	Durante
5.3.8	Depois
5.3.9	Depois
5.4.10	Antes
5.4.11	Antes
5.4.12	Antes
5.4.13	Antes
5.4.14	Antes
5.4.15	Antes
5.4.16	Durante
5.4.17	Durante
5.6.18	Depois
5.7.19	Durante
5.7.20	Durante
5.8.21	Durante
5.9.22	Antes
5.11.23	Antes
5.13.24	Durante
5.15.25	Antes

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a Tabela 6, podemos observar que, das 25 (vinte e cinco) analogias identificadas, 10 delas, 40%, se posicionam antes da apresentação do conceito alvo e, com esse mesmo percentual, estão aquelas dispostas durante a explanação dos conceitos a serem ensinados. Quanto às analogias posicionadas depois da apresentação do alvo, foram encontradas 5 (cinco), ou seja, 20%. Nesse livro, não se encontrou analogia posicionada nas margens do texto. Vale ressaltar que, nesses resultados, não foram contabilizadas as ilustrações que servem de apoio às analogias, como é o caso das analogias 5.2.3 e 5.2.4, cujas ilustrações aparecem nas margens, porém as explicações estão inseridas no texto.

Esses resultados também são semelhantes aos encontrados no trabalho de Monteiro e Justi (2000). Das 126 (cento e vinte e seis) analogias encontradas pelos pesquisadores, 22% foram apresentadas antes, 26% se posicionaram depois e 47% apareceram durante a apresentação do conceito alvo.

Para Monteiro e Justi (2000), as analogias posicionadas antes e durante a apresentação do conceito alvo podem ser mais eficazes no processo ensino-aprendizagem quando comparadas àquelas apresentadas depois desse conceito. Conforme seus argumentos, quando as analogias estão dispostas antes ou durante a apresentação do alvo, permitem ao aluno-leitor estabelecer relações analógicas mais diretas, uma vez que, apresentando o domínio simultaneamente, o aluno é capaz de fazer as comparações necessárias, estabelecendo as similaridades entre o domínio e alvo.

Considerando que a maior parte das analogias identificadas no LDPQ/Pr se posiciona antes e durante a apresentação do conceito alvo, perfazendo um total de 80%, podemos afirmar que os autores desse livro tiveram sucesso quanto à inserção das analogias no texto. Apesar disso, ainda se encontrou um percentual significativo quanto à frequência de analogias inseridas depois da apresentação do alvo.

Ainda com relação à posição das analogias frente ao alvo, Monteiro e Justi (2000) esclarecem que tal fato depende dos objetivos dos autores de livros didáticos e até mesmo do professor, assim como das relações analógicas estabelecidas. Nesse âmbito, uma analogia pode exercer tanto a função facilitadora quanto avaliadora no processo ensino-aprendizagem.

Complementando essa questão, Francisco Junior (2009) sugere que a analogia seja empregada como forma de avaliar o conhecimento do aluno. Após a discussão de um dado tópico, o autor ou professor expõe uma analogia para que os estudantes estabeleçam comparações entre o domínio e o alvo. Assim, quanto mais similaridades forem percebidas pelos alunos entre o análogo e o alvo, mais significativa será sua compreensão sobre um determinado conceito.

Na Tabela 7, apresentamos o nível de enriquecimento das analogias identificadas no LDPQ/Pr, as quais foram classificadas quanto às semelhanças entre o análogo e o alvo.

Tabela 7 – Analogia e seus Níveis de enriquecimento.

Analogias identificadas	Nível de mapeamento
5.1.1	Simples
5.1.2	Simples
5.2.3	Simples
5.2.4	Simples
5.2.5	Enriquecida
5.2.6	Simples
5.3.7	Simples
5.3.8	Simples
5.3.9	Simples
5.4.10	Enriquecida
5.4.11	Enriquecida
5.4.12	Simples
5.4.13	Simples
5.4.14	Simples
5.4.15	Simples
5.4.16	Simples
5.4.17	Simples
5.6.18	Simples
5.7.19	Simples
5.7.20	Simples
5.8.21	Simples
5.9.22	Simples
5.11.23	Simples
5.13.24	Simples
5.15.25	Simples

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados organizados na Tabela 7 nos apontam uma predominância de 22 (vinte e duas) analogias simples, o que corresponde a 88%, seguidas das analogias enriquecidas, com 12%, isto é, apenas 3 (três) analogias estão dentro dessa categoria. Vale destacar que nenhuma analogia do tipo estendida foi encontrada nesse material didático. Tais resultados apresentam divergências em relação aos obtidos por Monteiro e Justi (2000), conforme os quais, das 126 (cento e vinte e seis) analogias encontradas, somente 37% foram categorizadas como simples. O restante das analogias se dividiu em enriquecidas (39%) e estendidas ou ampliadas (24%).

Outros resultados também relevantes e que diferem dos encontrados nesta pesquisa são os de Francisco Junior (2009), relativos aos livros aprovados pelo PNLEM/2007. Nas seis obras analisadas, os autores encontraram 55,2% de analogias simples, 31,8% do tipo enriquecidas e 13% do tipo estendidas. Porém, há, pelo menos, uma semelhança entre os

resultados desse pesquisador com os deste trabalho, pois, nos dois casos, a maioria das analogias encontradas foi do tipo simples. Se considerarmos a proporção desse tipo de analogia em todas as obras analisadas, pudemos constatar que, no LDPQ/Pr, há um número elevado de analogias simples (88%), enquanto que, nas 06 (seis) obras analisadas por Francisco Junior (2009), o percentual de analogias simples foi bem menor (55,2%). No entanto, há que se ressaltar que dois dos livros analisados pelo autor são denominados livros alternativos, isto é, produzidos por grupos de pesquisa da área de ensino de Química. Esse fato nos leva a pressupor que, nesses livros, deve ter havido maior cuidado quanto ao uso de analogias.

Sabemos que as analogias simples, por apresentarem um único atributo ao análogo, podem ocasionar problemas na aprendizagem, diferentemente daquelas que apresentam mais de uma similaridade. Com analogias de uma única similaridade, os alunos podem ter dificuldade para identificá-las e aceitá-las. Outro ponto negativo relacionado à baixa similaridade das analogias são limitações associadas a elas, que, se não forem discutidas pelos autores de livros didáticos ou pelo professor podem fazer com que a analogia se torne inútil, não cumprindo seu papel de facilitar o aprendizado. Além disso, as limitações podem fazer com que o aluno transponha as comparações de maneira equivocada para o conceito alvo, acarretando prejuízos para a sua aprendizagem. Podemos perceber esse problema de baixa similaridade na analogia 5.4.13, do capítulo 4 (quatro), “**Ligue e fique ligado**”, em que a autora compara o comportamento de um elétron em um átomo com uma onda produzida quando se movimenta uma corda, conforme descrevemos abaixo:

As ondas sobem e descem, se movimentam, mas a corda não se desloca. É o que se observa com qualquer objeto nas águas do mar, a onda passa por ele sem retirá-lo do lugar. Um elétron em um átomo se comporta de maneira semelhante a esta corda, descreve movimento ondulatório transformando a energia potencial (armazenada) em energia cinética (movimento), mas uma onda eletromagnética (não é necessário um meio material) se propaga no espaço, inclusive no vácuo e em várias direções (PARANÁ, 2007, p. 66).

As semelhanças entre o domínio e o alvo são estabelecidas de forma superficial, uma vez que apenas um único atributo é comparado: o movimento da corda com a movimentação dos elétrons em um átomo. Embora essa analogia seja utilizada por vários autores de livros didáticos, ela pode ser considerada frágil por apresentar um único atributo. A superficialidade dessa analogia pode conduzir o aluno-leitor a uma ideia errônea sobre o conceito. Reforçamos, assim, a necessidade de identificar os atributos compartilhados entre o domínio e o alvo, condição fundamental para que a analogia cumpra, de fato, o seu papel no aprendizado.

Com relação às analogias enriquecidas, pouco encontradas neste trabalho, estas são consideradas mais eficazes por compartilharem mais de um atributo. Um exemplo dessa analogia encontrada no material analisado é a 5.4.11, presente nesse mesmo capítulo e na qual se compara a prática do rapel e os equipamentos utilizados por esse esporte com vários tópicos químicos:

Relacionando estas questões ao rapel é preciso saber quais são as âncoras e as amarrações necessárias dos átomos para encontrar a sua forma mais estável. As forças atrativas (ligações químicas) que atuam entre os átomos são responsáveis pela formação de moléculas, agrupamentos de átomos ou sólidos iônicos, os quais resultam do novo rearranjo de seus elétrons de Valência (PARANÁ, 2007, p. 59).

Embora essa analogia compartilhe mais de um atributo com o análogo, como já explicitado nesta pesquisa, no nosso entendimento, nem todos os estudantes conhecem ou já praticaram esse tipo esporte, fator que pode limitar o potencial dessa analogia no processo de aprendizagem, mesmo que ela seja caracterizada como uma analogia enriquecida.

Tabela 8 – Analogias, estratégias de identificação e explicações.

Analogias identificadas	Orientação pré-tópico
5.1.1	Possui estratégia/sem explicação
5.1.2	Possui estratégia/ sem explicação
5.2.3	Não possui estratégia/ sem explicação
5.2.4	Possui estratégia/ sem explicação
5.2.5	Possui estratégia/ sem explicação
5.2.6	Não possui estratégia/ sem explicação
5.3.7	Não possui estratégia/ sem explicação
5.3.8	Possui estratégia/ sem explicação
5.3.9	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.10	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.11	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.12	Não possui estratégia/ sem explicação
5.4.13	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.14	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.15	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.16	Possui estratégia/ sem explicação
5.4.17	Possui estratégia/ sem explicação
5.6.18	Possui estratégia/ sem explicação
5.7.19	Possui estratégia/ sem explicação
5.7.20	Possui estratégia/ sem explicação
5.8.21	Possui estratégia/ sem explicação
5.9.22	Não possui estratégia/ sem explicação
5.11.23	Possui estratégia/ sem explicação
5.13.24	Possui estratégia/ sem explicação
5.15.25	Possui estratégia/ sem explicação

Fonte: Elaboração própria.

Com esse critério de análise, apresentado na Tabela 8, avaliamos a existência ou não de estratégias de identificação (orientações pré-tópicos) e de explicações adicionais quanto ao uso das analogias.

Como se pode observar na tabela acima, a maioria das analogias encontradas – 20 (vinte), ou seja, 80% – possui estratégia de identificação e 5 (cinco), isto é, 20% não traz esse tipo de estratégia. Porém, em nenhuma das analogias foi encontrado qualquer tipo de explicação referente ao análogo. Quanto a esse critério, os resultados aqui também divergem dos de Monteiro e Justi (2000), pois 53% das analogias encontradas por esses autores continham tanto estratégias de identificação como explicações do análogo, enquanto que 16% das analogias não explicavam o análogo nem traziam estratégias de identificação.

A função da identificação de estratégia é alertar o aluno-leitor quanto aos cuidados que devem ser levados em consideração no uso de uma dada analogia. As explicações relacionadas ao análogo são de extrema importância, tanto que, se os autores de livros fizessem uso dessas explicações, poderiam reduzir significativamente o problema da pouca familiaridade que, muitas vezes, acontece em determinadas analogias (MONTEIRO e JUSTI, 2000).

Como o LDPQ/Pr não apresenta explicações que deem ênfase aos atributos mais importantes das analogias, consideramos o mesmo relativamente frágil nesse aspecto. A nossa hipótese é a de que os autores, por considerarem as analogias empregadas um tanto quanto óbvias, acreditam não haver necessidade de explicar o conceito análogo. Como exemplo, pode ser citada a analogia 5.15.25 do capítulo “**A Química na farmácia: remédio uma droga legal**”, na qual a autora compara a isomeria dos compostos orgânicos com as associações de letras para a formação de diversas palavras.

Entenda melhor o fenômeno, analisando a analogia: quantas palavras diferentes é possível escrever combinando de várias formas as letras A, O, C e S. Há várias combinações, como: CASO, SACO, OCAS, etc. o mesmo acontece com os compostos orgânicos. Há diferentes compostos com a mesma fórmula molecular (PARANÁ, 2007, p. 201).

Consideramos que essa analogia deveria apresentar explicações adicionais para o aluno-leitor, visto que, para a formação dos compostos orgânicos, a combinação dos elementos químicos não se dá ao acaso, mas depende de vários fatores, tais como: eletronegatividade dos átomos, hibridização de orbitais, entre outros.

O último critério de análise, usado para classificar as analogias, diz respeito ao reconhecimento de limitações que uma analogia pode apresentar. No livro analisado, os autores não reconhecem as limitações das analogias empregadas. Desse modo, em nenhuma

das analogias encontradas, houve a preocupação por parte dos autores em discutir possíveis limitações, com o intuito de facilitar o entendimento do conceito alvo.

Esse resultado também se manifestou em outras pesquisas. Citando novamente Monteiro e Justi (2000), de todas as analogias encontradas, em apenas duas os autores de livros didáticos reconheceram a existência de limitações e, ainda assim, as recomendações apareceram como notas de rodapé. Resultados semelhantes foram encontrados nos livros indicados pelo PNLEM/2007, nos quais foram reconhecidas limitações somente em dez analogias, dentre as quais em apenas quatro tais limitações foram discutidas. (FRANCISCO JUNIOR, 2009).

Para Monteiro e Justi (2000), esses resultados indicam que os autores de livros didáticos consideram desnecessário o reconhecimento de limitações.

Nesse contexto, acreditamos que a utilização de analogias, desprovida da discussão sobre suas limitações, pode comprometer o processo ensino-aprendizagem, uma vez que os alunos podem fazer transposições equivocadas de atributos do domínio para o alvo. Assim, torna-se necessário que o professor não só perceba as limitações das analogias presentes nos livros didáticos, mas também promova uma discussão com os alunos sobre essas limitações.

Dessa forma, reforçamos a questão dos cuidados que devem ser tomados pelos autores de livros didáticos e professores no uso de analogias, pois se estas não forem bem definidas e explicadas, poderão ser compreendidas de forma equivocada pelos alunos (MÓL, 1999).

Ainda nessa linha de pensamento, Bachelard (1996) argumenta, de forma enfática, sobre a cautela quanto ao uso de analogias no ensino, uma vez que, se a analogia for empregada de forma inadequada, pode provocar obstáculos epistemológicos, os quais poderão impedir que o aluno rompa as barreiras da experiência primeira, bloqueando a construção do conhecimento científico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se pode perceber pela literatura, o tema analogia é bastante explorado. Dessa forma, encontramos inúmeros trabalhos que tratam do papel das analogias no processo ensino-aprendizagem, pelo fato de as mesmas serem consideradas por pesquisadores e educadores como recursos didáticos potencialmente úteis.

Contudo, alguns autores, dentre eles, Mól (1999), apontam as vantagens e desvantagens com relação à utilização de analogias em textos didáticos. As desvantagens, como descrevem os autores, não impossibilitam o uso das analogias no processo ensino-aprendizagem, desde que os professores, ao utilizarem esse recurso, tenham ciência dos seus riscos e discutam com seus alunos os atributos correspondentes e não correspondentes, bem como as limitações das analogias empregadas. É preciso ainda verificar se as analogias, de fato, contribuem para o aprendizado do aluno ou se podem gerar obstáculos epistemológicos que comprometam o desenvolvimento do conhecimento científico.

Quanto ao uso de analogias no ensino, Bachelard (1996) argumenta que tal uso deve ser feito com muita cautela, pelo fato de a experiência científica contradizer a experiência primeira. Outro argumento desse autor é com relação ao uso excessivo de analogias e imagens, principalmente, se estas não forem destruídas durante o processo ensino-aprendizagem, isto porque a razão não deve se acomodar a esses recursos. Se esses pontos não forem considerados por professores e autores de livros didáticos, pode haver a ocorrência de obstáculos epistemológicos que poderão bloquear a compreensão de novos conceitos.

A partir da análise do LDPQ/Pr, pudemos verificar a presença de 25 (vinte e cinco) analogias distribuídas nos quinze capítulos que o compõem, sendo que a maior parte delas está relacionada aos tópicos de natureza não observável, como ligações químicas e estrutura atômica.

Uma classificação das analogias encontradas quanto ao tipo de relação analógica entre o análogo e o alvo indicou que 16 delas são funcionais, seguidas de 06 estruturais e 03 estruturais/funcionais, resultados estes compatíveis com outros trabalhos. Assim, pode-se constatar em várias pesquisas que as analogias do tipo funcional estão em maior quantidade nos livros didáticos, seguidas das do tipo estrutural e, por último, têm-se as analogias do tipo funcional/estrutural. No entanto, conforme afirmação de alguns autores, o recomendável seria a utilização de analogias que compartilhem tanto relações analógicas do tipo funcional como estrutural.

Com relação ao nível de abstração, classificamos a maioria das analogias do LDPQ/Pr como concreta/abstrata, concordando com resultados de outras pesquisas. Podemos dizer, no tocante a esse critério, que o livro analisado apresenta pontos positivos, pois esse tipo de analogia (concreta/abstrata) aproxima algo desconhecido de um elemento conhecido.

No que se refere ao nível de enriquecimento, há uma predominância nesse livro de analogias simples, isto é, aquelas que compartilham apenas um atributo. Esse aspecto pode ser considerado negativo, visto que, com analogias que apresentam uma única similaridade, os alunos podem ter dificuldade para identificá-las e também aceitá-las.

Outros fatores constatados que comprometem a qualidade desse livro são os seguintes: ausência de explicações cuja ênfase recaia sobre os atributos mais importantes das analogias, e o não reconhecimento por parte dos autores de limitações a elas associadas.

Verificamos que muitas das analogias utilizadas no LDPQ/Pr não são desconstruídas, como é recomendado por Bachelard (1996), durante o desenvolvimento dos tópicos, não permitindo que o aluno instaure uma ruptura do conhecimento comum, o que impede a construção do conhecimento científico.

No desenvolvimento de algumas analogias desse livro, também se identificou a presença de erros conceituais, que podem fazer com que o aluno-leitor faça interpretações equivocadas do conceito alvo. Dessa forma, é necessária a intervenção do professor para que o aluno construa o conceito.

Algumas das analogias com erros conceituais também são encontradas em obras aprovadas pelo PNLEM/2007, evidenciando que esses erros não são exclusivos do livro de Química produzido pelo governo do Paraná. Tal constatação nos leva a supor que os autores de livros didáticos estão habituados a empregar as mesmas analogias, mantendo uma tradição. Assim, apesar de esse material ser considerado inovador pela SEED-Pr, mantém os mesmos padrões dos livros tradicionais de Química.

No que diz respeito às ilustrações, constatamos que grande parte das que são trazidas pelo livro como apoio às analogias não contribuem para a compreensão do conceito alvo, uma vez que exercem apenas função ilustrativa. De maneira geral, esse livro apresenta diversas ilustrações, seguindo os padrões adotados por outros livros didáticos.

Entretanto, há que se ressaltar que não somente as ilustrações que apoiam as analogias, mas também as de caráter ilustrativo são caracterizadas como ingênuas e infantis, como, por exemplo, tubos de ensaio, dragões e dentes que, personificados, fazem questionamentos ao leitor. A nosso ver, essas imagens não são compatíveis com a faixa etária dos alunos do

Ensino Médio, podendo, inclusive, causar desinteresse por parte deles quanto à utilização do material.

Ressaltamos ainda que, no LDPQ/Pr, na maioria dos seus capítulos, foi verificada a presença de obstáculos epistemológicos tanto do tipo animista como realista. Em nosso entendimento, os autores, na tentativa de produzir um material acessível para os alunos, associando os conceitos com a realidade destes, acabaram simplificando muito os tópicos químicos e, em certos momentos, até banalizando o conhecimento científico, o que pode prejudicar a aprendizagem dos conceitos.

Consideramos que a iniciativa do governo do Paraná na produção desse livro tenha sido válida, uma vez que possibilitou aos professores da rede pública desse estado uma oportunidade para reverem suas práticas pedagógicas e, ainda, se aprimorarem nos conhecimentos de sua formação. Porém, as condições que foram dadas aos professores não permitiram que o resultado (a obra produzida) atingisse a qualidade necessária para promover uma aprendizagem significativa dos conhecimentos químicos para os alunos, como apontam nossos resultados. As condições a que estamos nos referindo aqui são as seguintes: tempo insuficiente para elaboração do material e pouca assessoria de profissionais da área.

Acreditamos que uma forma para melhorar a qualidade dos materiais didáticos dessa natureza, ou seja, materiais como o livro estudado, seria atrelar a elaboração de textos (capítulos) a um processo de formação continuada de professores. Nessa perspectiva, os professores poderiam receber subsídios teórico- metodológicos e desenvolver pesquisas sobre questões concernentes à própria prática, com vistas à produção de materiais didáticos. Assim, esses professores teriam um contato mais próximo com os resultados de pesquisas em ensino de Química, entre eles, os relacionados às recomendações sobre as características e a posição das analogias em textos didáticos, além das estratégias mais adequadas para a apresentação dessas analogias, de forma a aprimorar a aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, certamente poderiam surgir livros de apoio direcionados aos professores, livros com potencial e qualidade suficiente para garantir resultados satisfatórios no processo ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, B. L. et. al. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, 2002.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BLANCH, R. M. A.; JARDIM, M. I. A.; GRIGOLI, J. A. G. Idéias de que os alunos lançam mão para explicar problemas relacionados ao cotidiano: esforço do pensamento ou obstáculos ao saber científico? **Ensaio e Ciências**, v. 5, n. 3, p. 31-54, 2001.
- BARROS, R. P.; MENDONÇA, R.; HENRIQUES, R. **Pelo fim das décadas perdidas**: educação e desenvolvimento sustentado no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 2002 (Texto para Discussão - IPEA).
- BRASIL. MEC. **Programa Nacional do Livro Didático: histórico**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br>>. Acessado em: 8 nov. 2009.
- BRASIL. MEC. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos**. Brasília, 2004.
- BRASIL. MEC. SEMTEC. FNDE. **Edital de convocação para o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLEM/2007**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br>>. Acesso em: 8 nov. 2009.
- BRETON, P. **A argumentação na comunicação**, 2 ed., São Paulo, EDUSC, 2003.
- CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2005.
- CRUZ, D. G.; BALDINI, L. A. F. **Livro didático Público de Matemática**: Uma produção de material didático pedagógico para alunos do ensino médio da rede pública do estado do Paraná. 2007. Disponível em: < <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br> > Acesso em: jun. 2008.
- CURY, C. R. J. Livro didático como assistência ao estudante. **Diálogo Educacional**, v. 9, n. 26, p. 119-130, 2009.
- FERRY, A. S.; NAGEM, R. L. . Analogias & Contra-analogias: uma proposta para o ensino de Ciências numa perspectiva bachelardiana. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, p. 7-21, 2008.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, v. 14, p. 121-143, 2009.

GÉRARD, F. M; ROEGIERS, X. **Conceber e avaliar manuais escolares**. Porto: Porto Ed. p. 344, 1998.

GIBIN, G. B. et. al. REEC. Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 2, 2009.

GIRALDI, P. M. **Linguagem em textos didáticos de citologia**: Investigando o uso de analogias. Dissertação (Educação Científica e Tecnológica)–Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: < <http://ced.ufsc.br> >. Acesso em: 10 fev. 2009.

LOPES, A. R. C. LIVROS DIDÁTICOS: Obstáculos ao aprendizado da ciência Química. 1992. **Química Nova**, São Paulo, v 15, n. 3, p. 181-273, 1992.

LOPES, A. R. C. Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialista ao Aprendizado da Ciência Química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v. 74, n. 177, p. 309-334, 1993.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí, UNIJUÍ, 2007.

LORENZONI, I. Livro didático: 75 anos de história. **Abrelivros - Associação Brasileira de Editores de Livros**, São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.abrelivros.org.br/abrelivros/texto.asp?id=612> >. Acesso em: 13 jan. 2009.

MAZZOTTI, M, A. **O livro didático de investigação da realidade escolar**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao Ensino Médio. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.5, n. 2, p. 01-24, 2000.

MÓL, G. S. **O uso de analogia no ensino de Química**. Tese (Educação em Química)–Universidade de Brasília, 1999.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, v. 7, n. 40, p. 24-41, 1988.

MORTIMER, E. F, SANTOS, W. L P. O processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1887. In: Rosa, M. I. P.; ROSSI. A. V. **Educação Química no Brasil memórias, políticas e tendências**. Campinas ÁTOMO, p.85 a 101, 2008.

NAPOLITANO, M. Representações políticas no movimento Diretas Já. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 15, n. 29. p. 207-219, 1995.

OLIVEIRA SANTOS, S. M. **Critérios para avaliação de livros didáticos de Química para o ensino médio**. Dissertação (Ensino de Química) – Universidade de Brasília, 2006. Disponível em: < <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=32143175> >. Acesso em: 05 jan. 2009.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Química: ensino médio**. Paraná, v.1, ed. 2, p. 248. 2007. Disponível em: < www.diaadiaeducacao.pr.gov.br >. Acesso em: 10 dez. 2008.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Manual Folhas: Química**. Paraná, 2009. 18 p. Disponível em <<http://www.diaadia.pr.gov.br/projetofolhas> > Acesso em: 10 jan. 2009.

PRETTO, N. de Luca. **A ciência no livro didático**. Campinas. Ed. UNICAMP, Salvador, CED/UFBA, p. 95, 1985.

REBOUL, O. **Introdução à Retórica**. São Paulo, Martins Fontes, 2004.

RODRIGUES, A. Livro didático do Paraná vira modelo e atíça ira do cartel. **A hora do povo**, Curitiba, 31 out. 2007. Página 8, p. 8. Disponível em: < <http://www.umes.org.br/umes/noticias.php?ID=411> >. Acesso em: 05 jan. 2009.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. Tradução e revisão técnica de Márcia Guekesian et. al. v. 1, 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

SAVIANI, D. O legado educacional do “longo século XX” brasileiro. In: SAVIANI, Dermeval (et. al.). **O legado educacional do século XX no Brasil**. Campinas, SP: Autores Associados, 2004.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978. **Química Nova**, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

TENÓRIO, N. C. O ensino no Brasil: da República Velha à Reforma Francisco Campos. **Espaço Acadêmico**. n. 92, 2009. Disponível em: < <http://www.espacoacademico.com.br> >. Acesso em: 25 jan. 2009.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química: na abordagem do cotidiano**. São Paulo, 3 ed. Moderna, 2007.

HOFFMANN, M. B.; SHEID, N. M. J. **Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia**. Monografia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2007.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação** Campinas, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VIDAL, D. G. Escola Nova e processo educativo. In: LOPES, E. M., FIGUEIREDO, L. e GREIVAS, C. (orgs.). **500 anos de educação no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica, 3 ed., 2003.

VIEIRA, Z. G. **Análise do capítulo 12 do Livro Didático Público de Química produzido pela SEED/PR**. Seminário de Teoria e Prática de Ensino “Universidade e Escola: saberes, cultura e formação docente”, Universidade Federal do Paraná, 2007.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Buscando mudanças no uso de analogias em livros didáticos de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENPEC, 2007.

ANEXOS

ANEXO A – Analogias encontradas no Capítulo 1: “Liofilizados, desidratados, dessalinizados...” do LDPQ/Pr.

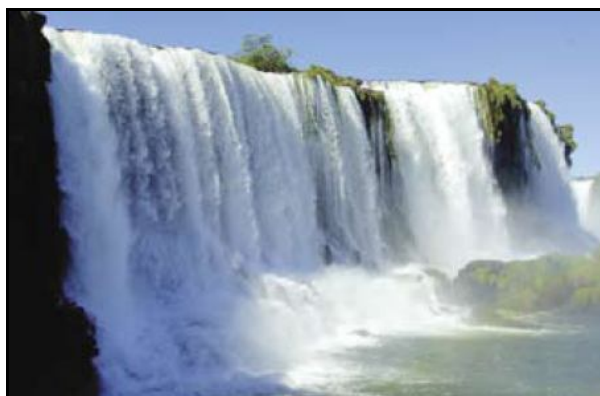
Autora: Elizabete Soares Cebulski

ANALOGIA (5.1.1)

Já imaginou você frente a frente a uma pizza super recheada e não conseguir sentir o cheiro? Ou então, comer essa pizza deliciosa e não sentir seu gosto? Doce e salgado, assim como azedo, amargo ou “amarrento”, são algumas das propriedades sensoriais da matéria, mais apropriadamente chamadas de propriedades organolépticas, que são todas as propriedades que podem impressionar, pelo menos, um de nossos cinco sentidos (PARANÁ, 2007, p. 18).

ANALOGIA (5.1.2)

Podemos perceber o aumento de temperatura quando nos agitamos; e isso mesmo! Quando você corre ou faz exercícios físicos, você não sente calor? Com a matéria acontece a mesma coisa. Quando os átomos ou moléculas se agitam, a temperatura aumenta, assim como em nosso corpo. Imagine um cubo de gelo e uma represa onde a água escorre por entre as rochas. No cubo de gelo as moléculas de água estão muito próximas umas das outras, dificultando assim a sua movimentação. Já, quando vemos a água escorrendo entre as rochas, as moléculas de água encontram uma possibilidade de se espalhar muito maior que no gelo, o que permite que as moléculas estejam em movimento maior do que na água no estado sólido; portanto, a temperatura esta intimamente ligada à idéia de movimentação das moléculas (PARANÁ, 2007, p. 18).



Analogia – Movimentação das moléculas.
Fonte: Paraná (2007, p. 18).

ANEXO B – Analogias encontradas no Capítulo 2: “A Química do cabelo elétrico” do LDPQ/Pr.

Autoras: Elizabete Soares Cebulski, Jussara Turin Politano e Zecliz Stadler

ANALOGIA (5.2.3)

Tudo que existe no Universo desde um grão de milho até o próprio universo é formado por minúsculas partículas chamadas átomos. Em 1808, John Dalton, cientista inglês, apresentou sua teoria, seu modelo de átomo. Segundo ele, o átomo é uma partícula indivisível e indestrutível (PARANÁ, 2007, p. 30).

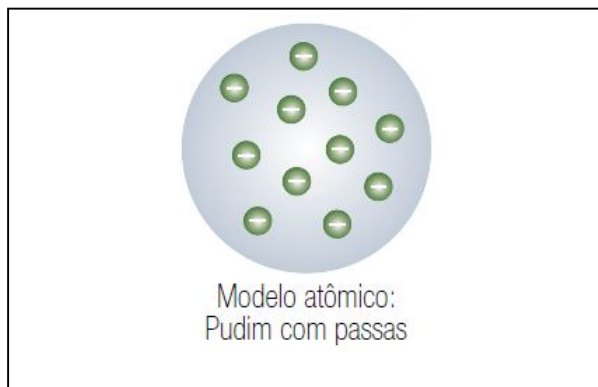


Analogia – Modelo atômico de Dalton.

Fonte: Paraná (2007, p. 29).

ANALOGIA (5.2.4)

Thomson sugeriu que os elétrons, cargas negativas, estariam incrustados na superfície de uma esfera de carga positiva, como ameixas em um pudim. E, também, a carga elétrica total de um átomo seria nula, pois o número de cargas positivas seria igual ao de cargas negativas. Esse modelo ficou consagrado como o modelo atômico de Thomson (PARANÁ, 2007, p. 30).

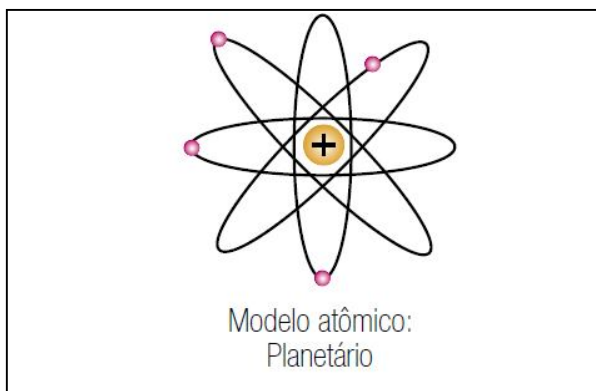


Analogia – Modelo atômico de Thomson.

Fonte: Paraná (2007, p. 30).

ANALOGIA (5.2.5)

O modelo atômico de Rutherford ficou famoso com o nome de Modelo Planetário, uma vez que nele o átomo se assemelha ao Sistema Solar. Os elétrons giram ao redor do núcleo como os planetas giram ao redor do Sol, em orbitas fixas ou trajetórias fixas (PARANÁ, 2007, p. 31).



Analogia – Modelo Atômico de Rutherford.

Fonte: Paraná (2007, p. 31).

ANALOGIA (5.2.6)

Agora e só se lembrar: cargas opostas se atraem enquanto cargas iguais se repelem. É isso o que acontece com o cabelo “elétrico” e como automóvel que dá choque (PARANÁ, 2007, p. 38).

ANEXO C – Analogias encontradas no Capítulo 3: “A Química de todo dia” do LDPQ/Pr.

Autora: Zecliz Stadler

ANALOGIA (5.3.7)

“Você já sentiu um dragão cuspidando fogo em seu estômago? Como dominar esse dragão”?



Analogia – O dragão que cuspe fogo no estômago.

Fonte: PARANÁ (2007, p. 41).

ANALOGIA (5.3.8)

Algumas substâncias nos dão a sensação de “amarrar” a boca. Isto se deve a característica adstringente da substância, uma vez que inibe a produção de líquido (saliva) provocando tal sensação. Substâncias que apresentam característica adstringente se comportam como base. Outras substâncias que têm gosto azedo se comportam como ácido (PARANÁ, 2007, p. 44).

ANALOGIA (5.3.9)

Como já vimos, usamos a palavra ácido para indicar o sabor azedo de algumas frutas, como: laranja, abacaxi, morango. Há outras frutas, como: caju, banana e caqui verdes que “amarram” a boca porque têm características adstringentes (básicas). Assim, nos empregamos as palavras ácido e base relacionadas ao nosso paladar (PARANÁ, 2007, p. 53).

ANEXO D – Analogias encontradas no Capítulo 4: “Ligue e fique ligado” do LDPQ/Pr.

Autora: Maria Bernadete P. Buzatto

ANALOGIA (5.4.10)

A prática do rapel só é possível, de forma segura, a partir da ancoragem e amarração, além de seguir alguns critérios e obedecer às instruções de uma pessoa experiente. Os átomos também praticam “esporte” semelhante, participando de vários fenômenos, mudam suas posições, seus vizinhos combinam-se, até chegarem em uma situação mais favorável, isto é mais estável, menos energética, um composto químico (PARANÁ, 2007, p. 58).

ANALOGIA (5.4.11)

Relacionando estas questões ao rapel é preciso saber quais são as âncoras e as amarrações necessárias dos átomos para encontrar a sua forma mais estável. As forças atrativas (ligações químicas) que atuam entre os átomos são responsáveis pela formação de moléculas, agrupamentos de átomos ou sólidos iônicos, os quais resultam do novo rearranjo de seus elétrons de Valência (PARANÁ, 2007, p. 59).

ANALOGIA (5.4.12)

Analogia – Tubo de ensaio personificado.
 Fonte: PARANÁ (2007, p. 65).

ANALOGIA (5.4.13)

As ondas sobem e descem, se movimentam, mas a corda não se desloca. É o que se observa com qualquer objeto nas águas do mar, a onda passa por ele sem retirá-lo do lugar.” “Um elétron em um átomo se comporta de maneira semelhante a esta corda, descreve movimento ondulatório transformando a energia potencial (armazenada) em energia cinética (movimento), mas uma onda eletromagnética (não é necessário um meio material) se propaga no espaço, inclusive no vácuo e em várias direções (PARANÁ, 2007, p. 66).

ANALOGIA (5.4.14)

Em cada ponto ocorre transformação da energia potencial em energia cinética e vice-versa, a energia se mantém, pois pelos nós não há passagem de energia, semelhante às ondas que você provocou na corda. Após a superposição as ondas continuam a caminhar como antes, com as mesmas características (PARANÁ, 2007, p. 66).

ANALOGIA (5.4.15)

Você percebeu que ao movimentar a sua mão apareceu uma onda que se propagou ao longo da corda (onda mecânica). Essa onda precisou da corda (meio) para se propagar; o mesmo acontece com a propagação do som que ocorre no ar. Já as ondas provocadas pelos elétrons (ondas eletromagnéticas) se propagam em qualquer meio (ar, água) e também no vácuo (PARANÁ, 2007, p. 66).

ANALOGIA (5.4.16)

Sabe que os orbitais se comportam de maneira semelhante à corda? Dois orbitais atômicos são como ondas que têm seu centro em núcleos diferentes, sendo assim os orbitais sobrepõem-se, como as duas ondas que você fez com a corda (PARANÁ, 2007, p. 67).

ANALOGIA (5.4.17)

Se um orbital sobrepõe o outro, em sentidos opostos, eles se cancelam originando um nó entre os dois núcleos dos átomos, semelhante aquele observado pelas duas ondas da corda no sentido contrário, no qual não há probabilidade de se encontrar elétron (PARANÁ, 2007, p. 68).

ANEXO E – Analogias encontradas no Capítulo 6: “Radiação e vida” do LDPQ/Pr.

Autores: Arthur Auwerter e Miriam Girettidngelin Nepomoceno

ANALOGIA (5.6.18)

É importante saber, que tanto no caso da queima do carvão quanto na reação nuclear do urânio, está associado o conceito de estabilidade. A estabilidade está relacionada ao equilíbrio. Vamos exemplificar com situações comuns: - como uma chaleira de água quente que, ao ser retirada do fogo, vai aos poucos perdendo calor para o meio até um certo ponto em que entra em equilíbrio térmico com o ambiente. Ou, quando se dá um tiro n'água: o projétil vai rapidamente desacelerando, enquanto perde energia cinética, até zerar sua velocidade (PARANÁ, 2007, p. 87).

ANEXO F – Analogias encontradas no Capítulo 7: “Órgão elétrico artificial” do LDPQ/Pr.

Autora: Maria Bernadete P. Buzatto

ANALOGIA (5.7.19)

Qual a relação existente entre a pilha e a sensação estranha (choque) provocada pelo papel de alumínio? Sabe que você pode ter uma pilha, semelhante a estas, dentro da boca? (PARANÁ, 2007, p. 103)

ANALOGIA (5.7.20)

A gengiva e a saliva, por sua vez, funcionam como ponte salina que no experimento foi substituída pela tripa de boi (celulose regenerada). A corrente elétrica (movimento de elétrons) produzida e pequena, causando a sensação de dor (choque) sentida pelos nervos dos dentes (PARANÁ, 2007, p. 104).

ANEXO G – Analogias encontradas no Capítulo 8: “Água dura” do LDPQ/Pr.

Autores: Arthur Auwerter e Miriam Girettidngelin Nepomoceno

ANALOGIA (5.8.21)

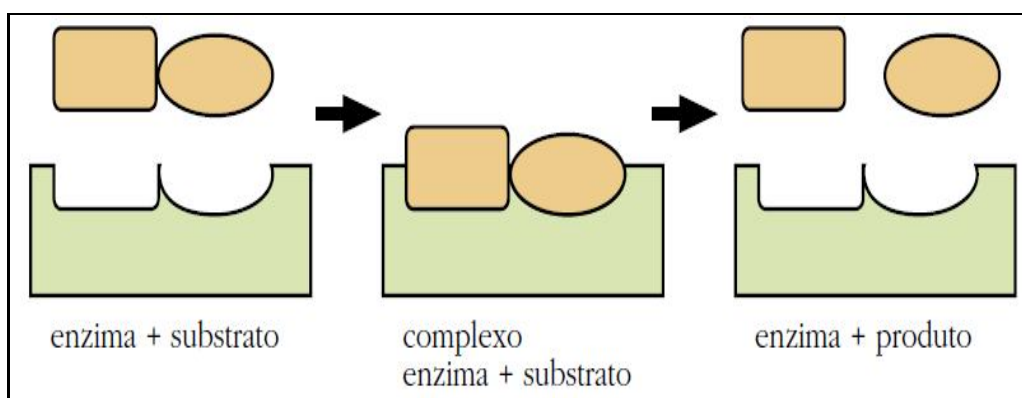
A água utilizada em caldeiras, ou qualquer outro sistema de vapor, deve ser tratada a fim de eliminar os sais de cálcio e magnésio. Eles formam incrustações que, após um longo período, acabam por obstruir a passagem de vapor pressurizado, ocasionando explosões. Os químicos qualificam este tipo de água como água dura. Vamos relacionar essas informações da água dura com os nossos rins: órgãos duplos que produzem a urina. Dentro deles, o sangue passa por uma ultrafiltração cuja finalidade é a retirada da uréia, do ácido úrico, do fósforo e do hidrogênio (PARANÁ, 2007, p. 118 e 119).

ANEXO H – Analogias encontradas no Capítulo 9: “Qual o melhor remédio?” do LDPQ/Pr.

Autora: Anselma Regina Levorato

ANALOGIA (5.9.22)

As enzimas e substratos se encaixam de um modo preciso e específico conhecido por modelo “chave e fechadura” (PARANÁ, 2007, p. 132).



Analogia – Modelo Chave e fechadura.

Fonte: PARANÁ (2007, p. 132).

ANEXO I – Analogias encontradas no Capítulo 11: “A Química irada” do LDPQ/Pr.

Autora: Zecliz Stadler

ANALOGIA (5.11.23)

Imagine você correndo em uma esteira. Em determinado momento, a sua velocidade e a da esteira se igualam, embora você continue correndo, sua posição não muda. Isto é, tanto você quanto a esteira estão em movimento (sistema dinâmico), porém sua posição em relação à esteira não muda (sistema constante). É a mesma coisa com o equilíbrio químico (PARANÁ, 2007, p. 151).

ANEXO J – Analogias encontradas no Capítulo 13: “Vidro ou cristal” do LDPQ/Pr.

Autora: Belmary Knopki Nery

ANALOGIA (5.13.24)

O vidro pode ser comparado a um líquido congelado rapidamente, no qual as moléculas em movimento ficaram repentinamente paradas, “presas” em uma configuração desordenada. O “estado vítreo”, portanto, é caracterizado por um comportamento físico de sólido, com estrutura de líquido congelado (PARANÁ, 2007, p. 179).

ANEXO K – Analogias encontradas no Capítulo 15: “A Química na farmácia: Remédio uma droga legal” do LDPQ/Pr.

Autora: Zecliz Stadler

ANALOGIA (5.15.25)

Entenda melhor o fenômeno, analisando a analogia: quantas palavras diferentes é possível escrever combinando de várias formas as letras A, O, C e S. Há várias combinações, como: CASO, SACO, OCAS, etc. o mesmo

acontece com os compostos orgânicos. Há diferentes compostos com a mesma fórmula molecular (PARANÁ, 2007, p. 201).