

Ciência & Educação (Bauru)

ISSN: 1516-7313

revista@fc.unesp.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho
Brasil

Amorim Defenti Bernardino, Mychelle; Rodrigues, Maria Aparecida; Bellini, Luzia Marta
ANÁLISE CRÍTICA DAS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO
DO PARANÁ

Ciência & Educação (Bauru), vol. 19, núm. 1, 2013, pp. 135-150

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251025751012>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

ANÁLISE CRÍTICA DAS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ

Critical analysis of Paraná State's chemistry public schoolbook analogies

Mychelle Amorim Defenti Bernardino¹ • Maria Aparecida Rodrigues²
• Luzia Marta Bellini³

Resumo: As analogias no âmbito da educação, em particular nas ciências da natureza, podem ser consideradas um recurso com grande potencial didático no processo ensino-aprendizagem, já que 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. Tendo em vista que os livros didáticos são, em muitos casos, o principal material utilizado, esta pesquisa teve como objetivo identificar e analisar as analogias do Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná. Como resultados, foram encontradas vinte e cinco analogias, abrangendo diferentes tópicos de Química do livro. Os tópicos que apresentaram predominância de analogias foram os de ligações químicas e estrutura atômica. De acordo com o critério nível de enriquecimento, vinte e duas das analogias encontradas são simples, ou seja, compartilham um único atributo.

Palavras-chave: Livro didático. Ensino de química. Analogia. Aprendizagem.

Abstract: The analogies in education, particularly in the natural sciences, have the role of helping the student to understand unknown concepts and phenomena, through comparisons of similar attributes with other ones already known. In this context, analogies can be considered a resource with great didactic potential in the 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 Paraná State's Chemistry public schoolbook analogies. 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 chemical bonds and atomic structure. According to level of enrichment criteria, twenty-two of the analogies were found to be simple, that is, they share a single attribute.

Keywords: Textbook. Chemistry teaching. Analogy. Learning.

¹ Pareto Centro Educacional. Avenida Adv. Horácio Raccanello Filho, 6326, sala 09, Novo Centro. Maringá, PR, Brasil. 87.020-035. mychelle@paretoedu.com.

² Departamento de Química, Campus Sede, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR, Brasil.

³ Departamento de Fundamentos da Educação, Campus Sede, UEM. Maringá, PR, Brasil.

Introdução

Muitos pesquisadores, dentre eles, Mól (1999), Giraldi (2005), Ferry e Nagem (2008), estudam a linguagem do tipo analógico, com ênfase na sua utilização e 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, sobretudo nas disciplinas que formam o campo das ciências, como é o caso da Química, da Física e da Biologia, por possuírem alguns conceitos abstratos 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.

No bojo dessas questões e por entender que a qualidade desse livro didático é de fundamental importância, uma vez que este 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, desenvolvemos esta pesquisa para identificar e analisar as analogias no Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná (LDPQ/PR). Todavia, antes de prosseguir a discussão e o exame das analogias no LDPQ/PR, traremos algumas características do livro analisado.

O Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná, produzido por meio do Projeto Folhas⁴, em sua segunda edição, é um volume único, utilizado para as três séries do Ensino Médio. É caracterizado como um livro de apoio para ensinar e aprender Química. Segundo a Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR), apresenta textos que valorizam o conhecimento científico, filosófico e artístico, bem como a dimensão histórica da disciplina, promovendo, conforme a argumentação da SEED-PR (PARANÁ, 2007), uma linguagem que aproxima esses saberes da realidade dos professores e dos alunos. O objetivo desse livro, na concepção da SEED-PR (PARANÁ, 2007), não é esgotar os conteúdos, mas discutir a realidade em diferentes perspectivas e análises.

Desse modo, os conteúdos são abordados como recortes de assuntos mais amplos que estruturam e identificam as disciplinas escolares. Outro aspecto desse livro, que, segundo a SEED-PR (PARANÁ, 2007), 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.

Na sequência, apresentamos a relevância que o livro didático tem para a educação e o uso de analogias como ferramentas de ensino-aprendizagem por autores de livros didáticos. Procuramos discutir as implicações associadas ao emprego de analogias no processo ensino-aprendizagem.

Por fim, apontamos as analogias identificadas no livro público analisado, fazendo uma avaliação destas com base nos critérios de classificação propostos por Curtis e Reigeluth (1984), Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), com algumas adaptações.

⁴O “Folhas” foi um Programa de formação continuada dos profissionais da educação do governo estadual do Paraná (2003), que propunha uma metodologia específica de produção de material didático para viabilizar a pesquisa dos saberes e fundamentos teórico-metodológicos das disciplinas que compõem a matriz curricular da Educação Básica da escola pública paranaense.

A relevância do livro didático na educação

O livro didático 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; HARACEMIV; BARBOZA, 2007).

Atualmente, segundo Carneiro, Santos e Mól (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 se refere 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 (1992) e Schnetzler (1981) abordam aspectos da construção dos conhecimentos químicos e a noção de epistemologia da ciência produzida em livros didáticos. Já o trabalho de Mortimer (1988) destaca a forma como os conteúdos são abordados em livros didáticos, relacionando-os com três períodos que marcaram o ensino secundário brasileiro (MORTIMER; SANTOS, 2008).

Conforme apontam os resultados das pesquisas mencionadas, por muito tempo, os livros didáticos de Química apresentaram falhas que comprometiam o ensino dessa disciplina. Esse cenário vem se modificando, ainda que de forma lenta. As perspectivas de mudança se deram com a criação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PN-LEM), 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.

O livro didático ainda se apresenta como uma referência para os alunos buscarem informações complementares às aulas. Portanto, 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 (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

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 esses aspectos.

Dentre as várias linhas de investigação envolvendo a questão dos livros didáticos, destacam-se: a linguagem utilizada, a forma de apresentação e imagens, além do uso desses materiais pelos professores.

Com relação ao uso do livro didático pelo professor, Lopes (1992) argumenta que esse recurso no ensino tem atuado como um modelo padrão de autoridade seguido pelos professores, deixando o papel auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e passando a constituir peça-chave na estratégia pedagógica. Segundo Carneiro, Santos e Mól (2005, p. 5), “uma das críticas mais contundentes ao livro didático 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”.

Contudo, nos últimos anos, tem havido uma busca cada vez maior por 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 os professores devem ser preparados para intervir, caso o mesmo apresente algum problema, orientando, assim, o processo do desenvolvimento educacional, social e cultural dos alunos.

As analogias nos livros didáticos

No ensino de Ciências, em especial na disciplina de Química, muitos professores e autores de livros didáticos recorrem à 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, a analogia é utilizada para explicar um determinado assunto para outra pessoa, com intuito de proporcionar uma melhor compreensão de algo novo.

Antes de entrarmos na discussão acerca das analogias nos livros didáticos, trazemos algumas das denominações empregadas por diferentes autores acerca do termo analogia.

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 apresentadas por Harrison e Treagust (1993). Esses autores definem tais conceitos como **domínio familiar** e **domínio não familiar**, respectivamente. Já os autores Curtis e Reigeluth (1984) denominam **veículo** o conceito conhecido e **tópico** o conceito desconhecido. Ainda com relação a esses conceitos, Duit (1991) caracteriza-os como **análogo** e **alvo**.

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**.

Dentre as várias pesquisas na área de Ensino de Ciências que têm como foco o uso de analogias em livros didáticos, destacamos os trabalhos de Curtis e Reigeluth (1984), Francisco Júnior (2009), Monteiro e Justi (2000), Thiele e Treagust (1994), e Zambon e Terrazan (2007).

Vale ressaltar que um dos primeiros trabalhos de pesquisa que trata do uso de analogias em livros didáticos é o de Curtis e Reigeluth (1984). Tanto que esse trabalho serviu de referência para pesquisas posteriores (MÓL, 1999; MONTEIRO; JUSTI, 2000; THIELE; TREAGUST, 1994). Na pesquisa realizada por Curtis e Reigeluth (1984), foram analisadas, de forma quantitativa, as analogias encontradas em 26 livros de Ciências, englobando as áreas de Biologia, Ciências Gerais, Física e Química, Ciências da Terra e Geologia. Nesses livros, os autores identificaram 216 analogias, uma média de 8,3 analogias por livro pesquisado. Porém, a distribuição das analogias nesses livros não ocorre de maneira uniforme. Em um dos livros de Ciências, os autores encontraram somente uma analogia e, em um dos livros de Química estudados, encontraram 22 analogias.

O uso de analogias como ferramenta de ensino-aprendizagem tem sido de grande relevância, como apontam as pesquisas na área de ensino de ciências. Nesse contexto, tem aumentado o interesse dos pesquisadores pela análise da utilização de analogias no ensino, sobretudo após a década de 1990. No ensino da Química, as analogias têm sido muito empregadas, pelo fato de a disciplina apresentar conceitos abstratos e, até mesmo, complexos, os quais são considerados, pelos alunos e por alguns professores, como sendo de difícil compreensão.

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), Francisco Junior (2009), e Monteiro e Justi (2000). 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 conceito que já possui e o que pretende apreender.

Dessa forma, Duit (1991), 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, aos 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 Mól (1999), não existem analogias preestabelecidas 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 situações que sejam familiares aos alunos, favorecendo uma melhor compreensão dos conceitos.

A compreensão de conceitos abstratos², por meio de analogias com conceitos concretos³, possibilita, ao autor de um livro didático, aos professores e, até mesmo, aos alunos, construir conhecimentos científicos. As representações por modelos também vêm 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), Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009) 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;
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).

Mediante tais problemas envolvendo analogias, algumas pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de compreender como as analogias são utilizadas em livros didáticos. Nesse âmbito, como já destacado, Curtis e Reigeluth (1984) pesquisaram analogias presentes em um conjunto de 26 livros de Ciências utilizados nos Estados Unidos. As 216 analogias encontradas nesses livros foram categorizadas e organizadas em um sistema de classificação. Com base nos resultados encontrados, os pesquisadores fizeram recomendações quanto à utilização de analogias em livros textos. As analogias devem possuir um grau pertinente de relações analógicas e a determinação de suas limitações pode ser um fator favorável, adicional ao ensino. Os autores defendem também que as relações estruturais sejam mais aplicadas a tópicos concre-

⁵ Abstrato: 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).

⁶ Concreto: relativo à realidade; real, efetivo, preciso (MÓL, 1999).

tos por entenderem que os alunos perceberão melhor tais relações quando os domínios forem passíveis de análise concreta.

Nessa mesma linha de pesquisa, Monteiro e Justi (2000) investigaram livros brasileiros, a partir da escolha de 11 coleções de livros-textos de Química, atingindo um total de 28 volumes. Dentro dessas coleções, três eram de 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 Treagust (1994). 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 Treagust (1994), 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. De acordo com Francisco Junior (2009), a maior parte das analogias encontradas nas obras aprovadas pelo PNLEM-2007 não favorece diretamente a aprendizagem, pelo fato de deixar para o professor a responsabilidade de discutir os atributos correspondentes e não correspondentes, bem como as limitações apresentadas pelas analogias. Se o livro didático não traz essas informações, desfavorece o aprendizado dos alunos.

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, quando usadas de forma indiscriminada. O referido autor sugere uma reestruturação dos livros didáticos de Química analisados, uma vez que, considerando que tais obras, por terem sido aprovadas pelo PNLEM-2007, poderão ser adotadas pelas escolas. E, no que se refere ao emprego das analogias, as análises dos livros didáticos por meio desse sistema deveriam ser mais criteriosas, pois muitos equívocos poderiam ser corrigidos pelos autores de livros didáticos.

Ainda com relação ao uso de analogias em textos escritos, um trabalho recente que merece destaque é o de Silva, Pimentel e Terrazzan (2011). Os autores investigam a frequência de utilização de analogias em artigos de divulgação científica. Em 143 números publicados da revista ‘Ciência Hoje das Crianças’, de dezembro de 1986 a fevereiro de 2004, identificaram 136 analogias em 88 artigos. Os critérios de classificação para essas analogias foram os propostos por Curtis e Reigeluth (1984). De acordo com os pesquisadores, 44,7% das analogias encontradas nos artigos científicos são do tipo funcional e 51,1% das analogias apresentam análogo durante o desenvolvimento do alvo. Na pesquisa, os autores constataram ainda que o número de analogias variou de maneira não uniforme, havendo maior frequência no ano de 1995.

Percursos metodológicos

Apresentamos aqui a pesquisa realizada e os critérios que serviram de base para a identificação e classificação dos termos analógicos utilizados no LDPQ/PR. Valemo-nos da pesquisa de cunho qualitativo, a qual foi sustentada pelos estudos de Curtis e Reigeluth (1984), Mól (1999), Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009).

A primeira etapa consistiu na leitura integral do livro em questão: Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná (PARANÁ, 2007), com o propósito de identificar as analogias presentes nos textos que o compõem (capítulos). Para identificar as analogias, foram observados trechos dos 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. Além disso, consideramos, também, como analogia, trechos dos textos do livro em questão que apresentam expressões como: “imagine que...”, “[...] é semelhante a...”, “[...] é como se fosse...”, “[...] fazendo uma analogia...”, entre outras (FRANCISCO JUNIOR, 2009). Salientamos que as analogias foram codificadas para facilitar a identificação. Assim, o primeiro número se refere ao capítulo em que a analogia foi encontrada, e o subsequente, à ordem em que esta aparece no livro. A identificação não segue uma sequência numérica trivial, pelo fato de alguns capítulos não apresentarem analogias.

Na segunda etapa, 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 o Quadro 1.

A seguir, detalhamos cada critério descrito no Quadro 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. A relação funcional é aquela em que a função ou comportamento do análogo é atribuído ao alvo (THIELE; TREAGUST, 1994). 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 considerado 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.

Quadro 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	Modo 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, existe alguma identificação de estratégia e explicações que discutem os conceitos domínio e 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 nos textos.

Fonte: Adaptado de Francisco Junior (2009).

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 as incluem em seus textos, e, ainda, observa-se se há alguma identificação de estratégia 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.

Com relação ao oitavo 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 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, procedeu-se ao tratamento dos dados, confrontando-os com o referencial teórico que norteou o contexto da pesquisa.

As analogias identificadas nesse livro, analisadas segundo os critérios adotados por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009), são apresentadas no Quadro 2.

Com relação ao conceito alvo, critério este apresentado no Quadro 2, observamos que, dentre as 25 analogias identificadas, abrangendo os 15 capítulos do livro, o capítulo com maior representatividade foi o 4, ‘Ligue e fique ligado’, no qual são desenvolvidos os conceitos de ligações químicas. Nesse capítulo, foram encontradas 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 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 coleções de livros de Química brasileiros, constatam que, das 126 analogias identificadas, 41% foram relacionadas ao tópico de estrutura atômica, e 9% ao de ligações químicas. Em outra pesquisa, Francisco Junior (2009), em cinco livros de Química aprovados pelo PNLEM-2007, identificou 154 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 Secretaria de Estado da Educação do Paraná (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 as analogias, consideradas clássicas, e não conseguem perceber que esses modelos de ensino podem, muitas vezes, gerar obstáculos epistemológicos. Segundo Lopes (1992, p. 255), “obstáculos epistemológicos são entendidos como entraves, inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e construção”. Esses 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, prejudicando a compreensão dos conhecimentos científicos pelos alunos.

No que diz respeito 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.

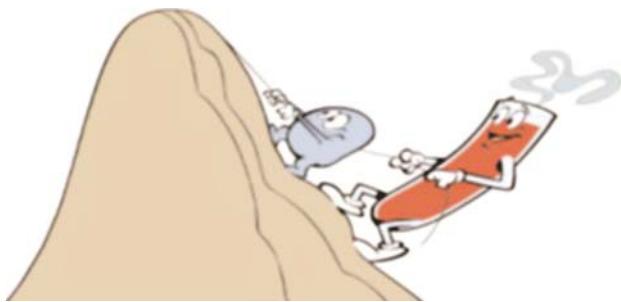
Quadro 2. Analogias identificadas e o conceito alvo ao qual se referem

Analógias identificadas	Conceito alvo	Succintas descrições das analogias
1.1	Propriedades sensoriais da matéria	Compara o cheiro da pizza com as propriedades organolépticas.
1.2	Estados físicos da matéria	Compara o aumento da temperatura com a movimentação das moléculas.
2.3	Estrutura atômica	Compara a partícula indivisível e indestrutível com a esfera maciça
2.4	Estrutura atômica	Os elétrons estariam incrustados na superfície de uma esfera como ameixas em um pudim.
2.5	Estrutura atômica	Comparação dos elétrons que giram ao redor do núcleo como os planetas giram ao redor do sol.
2.6	Natureza elétrica da matéria	Compara a atração e a repulsão das cargas elétricas com o cabo elétrico e o automóvel que dá choque.
3.7	Reações ácido-base	Compara as reações químicas do estômago com um dragão cuspido fogo.
3.8	Acidez e basicidade	Compara o conceito de acidez e basicidade com os sabores de frutas.
4.10	Ligações químicas	Compara a prática esportiva do rapel com as ligações químicas.
4.11	Ligações químicas	Compara o preparo para a prática do rapel, como amarrações e ancoragens, com as ligações químicas.
4.12	Ligações químicas	Compara o preparo para a prática do rapel, como amarrações e ancoragens, com as ligações químicas.
4.13	Comportamento ondulatório dos elétrons	Compara a onda provocada por um movimento de uma corda com a movimentação dos elétrons.
4.14	Comportamento ondulatório dos elétrons	Compara a onda provocada por um movimento de uma corda com a movimentação dos elétrons.
4.15	Comportamento ondulatório dos elétrons	Compara a onda provocada por um movimento de uma corda com a movimentação dos elétrons.
4.16	Orbitais atômicos	Compara os orbitais com o movimento de uma corda.
6.18	Equilíbrio químico	Compara estabilidade de um sistema (perda de calor para o ambiente) com o equilíbrio químico.
7.19	Pilha	Compara a sensação do choque no dente provocada por papel alumínio com uma pilha.
7.20	Ponte Salina	A gengiva e a saliva funcionam como uma ponte salina.
8.21	Soluções (água dura)	Relaciona as informações sobre a água dura com o funcionamento dos rins.
9.22	Enzimas e substratos	Modelo chave-fechadura.
11.23	Equilíbrio químico	Relaciona uma corrida na esteira esportiva com equilíbrio químico.
13.24	Equilíbrio sólido-líquido	Compara o vidro com um líquido congelado.
15.25	Isomeria	Compara a isomeria dos compostos orgânicos com a junção de diferentes palavras.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Nesse processo de personificação, associa-se o conteúdo à prática de esporte, no caso, o rapel, em que as âncoras e amarrações representam os tipos de ligações químicas. A Figura 1 ilustra a representação.

Figura 1. Átomos praticando rapel



Fonte: Paraná (2007, p. 57).

O uso dessa representação pela autora provavelmente foi motivada pela intenção de familiarizar o aluno com as ligações que os átomos são capazes de fazer para formar 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.

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.

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 como: funcional, estrutural e funcional/estrutural.

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 encontrados pelas outras pesquisas já mencionadas, 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 apresentam-se em maior quantidade nos livros didáticos, seguidas pelas do tipo estrutural e, por último, pelas 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 9.22, chave-fechadura, também encontrada nos livros indicados pelo PNLEM-2007.

Conforme 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.

No entanto, Francisco Junior (2009) sugere o uso dessa analogia em uma 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 JUNIOR, 2009, p. 134)

Concordamos com os argumentos desses autores, pois, se a analogia apresentada no livro didático possuir 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.

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 4.10, 4.11 e 4.12 do capítulo 4: ‘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 do capítulo. Nesse caso, cabe ao professor a função de promover tais discussões.

Em relação ao critério nível de enriquecimento, no livro analisado, há uma predominância de analogias simples, pois 22 das analogias encontradas são simples, o que corresponde a 88%. Em seguida, têm-se as analogias enriquecidas, com 12%, o que equivale a apenas três 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. Trata-se, assim, de outro ponto negativo relacionado à baixa similaridade dos conceitos relacionados analogicamente, pois, se estes não forem discutidos 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.

Considerações finais

A partir da análise do LDPQ/PR, pudemos verificar a presença de 25 analogias distribuídas nos 15 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 seis estruturais e três estruturais/funcionais, resultados estes compatíveis com outros trabalhos. Assim, pode-se constatar, por meio das pesquisas, que as analogias do tipo funcional apresentam-se em maior quantidade nos livros didáticos, seguidas pelas do tipo estrutural, e, por último, têm-se as analogias do tipo funcional/estrutural. No entanto, o recomendável seria a utilização de analogias que compartilhem tanto relações analógicas do tipo funcional como estrutural.

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.

Consideramos que a iniciativa do governo do Estado do Paraná na produção desse livro tenha sido válida, uma vez que possibilitou, aos professores de Química da rede pública desse estado, uma oportunidade para reverem suas práticas pedagógicas e, ainda, se aprimorarem nos conhecimentos de sua formação. Porém, a qualidade de materiais dessa natureza poderia ser melhor, se o processo de elaboração fosse atrelado 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 poderiam ter contato com os resultados de pesquisas em ensino de Química, entre eles, as recomendações referentes ao emprego das analogias em textos didáticos, além de estratégias adequadas para a apresentação dessas analogias, de forma a aprimorar a aprendizagem dos estudantes.

Referências

- 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.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, Dordrecht, v. 13, n. 2, p. 99-117, 1984.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, Hoboken, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FERRY, A. S.; NAGEM, R. L. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p. 7-21, 2008.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo PNLEM 2007. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, 2009.
- GIRALDI, P. M. **Linguagem em textos didáticos de citologia**: investigando o uso de analogias. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PECT0010.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
- LOPES, A. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 181-273, 1992.
- _____. **Curriculum e epistemologia**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2007.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- MÓL, G. S. **O uso de analogia no ensino de química**. 1999. 284 f. Tese (Doutorado em Educação em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1-24, 2000.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, DF, 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, 2008. p. 85-101.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Química**: ensino médio. 2. ed. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/livro_didatico/quimica.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008.

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**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

SILVA, L. L.; PIMENTEL, N. L.; TERRAZZAN, E. As analogias na revista de divulgação científica Ciência Hoje das Crianças. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 163-181, 2011.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. **Instructional Science**, Dordrecht, v. 22, n. 6, p. 61-64, 1994.

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

VIEIRA, Z. G.; HARACEMIV, S. M. C.; BARBOZA, L. M. V. Análise do capítulo 12 do livro didático público de química produzido pela SEED/PR. In: SEMINÁRIO DE TEORIA E PRÁTICA DE ENSINO, 4., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. p. 10-11.

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: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.