

ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: ANÁLISE DE UMA DAS OBRAS APROVADA PELO PNLD/2015

Adriana N. L. Model, Adriano L. Romero
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO: As analogias presentes em uma das obras do Plano Nacional dos Livros Didáticos (PNLD)/2015 para a componente curricular Química foram estudadas neste trabalho. A maioria das analogias identificadas foi classificada como simples e a exploração superficial dessa ferramenta foi evidenciada pela ausência de analogias do tipo estrutural-funcional e abstrata-abstrata. Os resultados indicam que as analogias presentes na obra avaliada não favorecem a aprendizagem do aluno devido, principalmente, a falta de orientações e discussão das limitações.

PALAVRAS CHAVE: Ensino de Química. Livro didático. Analogias.

OBJETIVOS: Analisar as analogias presentes em um dos livros didáticos de Química aprovado pelo PNLD 2015.

MARCO TEÓRICO

Analogia é o processo comparativo no qual considera as características de um elemento conhecido e as relaciona a um elemento desconhecido. Esse recurso se torna importante no processo de ensino-aprendizagem uma vez que permite ao professor interligar o conhecimento científico ao conhecimento empírico resultante da vivência do aluno (Mól, 1999). Freitas (2011) destaca os seguintes benefícios sobre o uso de analogias:

Desenvolvem a capacidade cognitiva; facilitam a mudança e a evolução conceitual; levam a ativação do raciocínio analógico; organizam a percepção; permitem evidenciar concepções alternativas; podem ser utilizadas para avaliar a compreensão e o conhecimento dos alunos; elevam o conhecimento científico para um nível mais compreensível, facilitando o processo de abstração de conteúdos não familiares (p. 31).

No entanto, segundo Cássio, Cordeiro, Corio e Fernandez (2012) a interpretação errônea de analogias pelos alunos pode acarretar, facilmente, a construção de concepções alternativas do conceito desejado. Para Duit (1991) e Dagher (1995) as principais desvantagens do uso de analogias são: (i) atribuição por parte dos alunos de características do domínio que não são compartilhadas pelo conceito alvo; (ii) transferência de concepções prévias sobre o conceito domínio para o conceito alvo; (iii) compreensão equivocada do conceito alvo devido à sobreposição de similaridades superficiais em relação aos aspectos estruturais.

Evidencia-se assim, que apesar de ser considerada uma estratégia de ensino, as analogias apresentam limitações e por isso tem sido objeto de críticas. Dessa forma, o professor é projetado como peça fundamental na moderação da construção da relação analógica e o conteúdo abordado. Nesse sentido, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) afirmam que embora sejam utilizadas de forma cuidadosa, as analo-

gias tendem a acomodar o pensamento do estudante, ao invés de favorecer a capacidade de abstração e o uso pertinente da linguagem química.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O livro didático analisado é intitulado Química 1, escrito por Martha Reis Marques da Fonseca, produzido pela Editora Ática, faz parte do PNLND/2015, possui 320 páginas, é constituído de 19 capítulos divididos em 5 unidades.

A primeira etapa da investigação consistiu da leitura integral da obra com o objetivo de identificar as analogias. As analogias foram identificadas quando havia uma comparação na qual se poderia conhecer um fenômeno ainda desconhecido mediante o estabelecimento de correspondências com o fenômeno já conhecido. Na segunda etapa, as analogias identificadas foram analisadas de acordo com metodologia proposta por Thiele e Treagust (1994) e adaptada por Bernardino, Rodrigues e Bellini (2013), utilizando oito categorias: 1. *Conceito alvo*: Conceitos químicos considerados alvo das analogias; 2. *Relação analógica*: Classificação da relação entre o domínio e o alvo: estrutural, funcional ou funcional-estrutural; 3. *Apresentação*: Formato em que a analogia é apresentada no texto: verbal ou ilustrativo-verbal; 4. *Abstração*: Nível de abstração em que a analogia é inserida no texto: abstrato-abstrato, abstrato-concreto ou concreto-concreto; 5. *Posição*: Posição da analogia em relação ao alvo: antes, após, durante o conceito alvo ou a margem do texto; 6. *Enriquecimento*: Nível das semelhanças apresentadas entre atributo do domínio e o alvo: simples, enriquecida ou estendida; 7. *Pré-tópico*: Explicações sobre a presença da e/ou estratégia de identificação da analogia; 8. *Limitações*: Posição do autor em relação as limitações apresentadas pela analogia: não reconhece, reconhece ou se discute as limitações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 15 analogias identificadas na obra analisada e o conceito alvo a qual se referem são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1.
Analogias identificadas e conceito alvo ao qual se referem

Localização (Capítulo)	Conceito alvo	Descrição da analogia
1.1	Propriedades do metano e do dióxido de carbono	Compara a presença do dióxido de carbono e o metano na atmosfera como um escudo que impede que parte dos raios infravermelhos emitidos pelo Sol e rebatidos pela Terra volte para o espaço.
1.1	Pascal	Compara a pressão exercida por 1 Pa a pressão que uma camada fina de manteiga exerce sobre uma fatia de pão.
1.2	Formação das nuvens	Compara as nuvens com aerossóis.
1.3	Solvente	Compara o conceito de solvente com veículo que transporta as substâncias.
1.4	Gases de efeito estufa	Compara a camada de proteção formada pelos gases de efeito estufa com o vidro de uma estufa.
2.7	Modelo atômico de Dalton	Compara a partícula indivisível e indestrutível com a uma esfera maciça.
2.8	Símbolos químicos	Compara a representação dos símbolos químicos com o lírio e a pureza, a cruz e a fé, o revólver e a violência, o trevo de quatro folhas e a sorte.
2.9	Decomposição dos CFCs na estratosfera	Compara os átomos livres de flúor, cloro e bromo com catalisadores que aumentam a velocidade de decomposição do ozônio.
2.9	Alótropos do carbono	Compara a estrutura cristalina do Buckminsterfullereno (C ₆₀) com uma minúscula bola de futebol.
3.11	Modelo atômico de Thomson	Compara o modelo atômico de Thomson com um pudim de passas.
3.11	Propriedades do raio X e emissões radioativas	Compara a travessia das partículas alfa por uma finíssima folha metálica de ouro com uma bala de espingarda que atravessa uma folha de papel.
3.11	Modelo atômico de Rutherford	Compara o modelo atômico de Rutherford com um minúsculo sistema planetário em que os elétrons giram em torno do núcleo como os planetas giram ao redor do sol.
5.17	Chuva ácida	Compara o pH da chuva ácida com o suco de limão.
5.18	Bases	Compara o conceito de basicidade com os sabores das frutas (caqui e banana verdes, caju).
5.19	Deslocamento entre metais	Compara o íon cloro como um expectador na reação entre o sódio e o cloreto de prata.

O capítulo 11, denominado “Evolução dos modelos atômicos”, apresentou maior frequência de ocorrência com 20% das analogias encontradas, sendo que 13,3% envolveram o conceito de estrutura atômica. A presença significativa de analogias também pode ser evidenciada nos capítulos 1 e 9, nos quais a autora aborda os tópicos de grandezas físicas e alotropia, respectivamente.

Ao analisar livros didáticos de Química, Monteiro e Justi (2000) e Curtis e Reigeluth (1984), Thiele e Treagust (1994) e Bernadino *et al.* (2013) reportaram, em média, 11, 5, 13 e 25 analogias por obra. Francisco Junior (2009) relatou a presença de 154 analogias nas seis obras de Química aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio/2007, com média de 25,7 analogias por coleção.

O percentual de analogias de acordo com a relação analógica, nível de abstração, apresentação e posicionamento são apresentados na Fig. 1. É possível observar que em termos de relação analógica foram encontradas 8 (66,7%) analogias do tipo funcional e 5 (33,3%) do tipo estrutural. Assim como nesse trabalho, o predomínio de analogias do tipo funcional pode ser observado na maioria dos trabalhos relatados. Monteiro e Justi (2000), Curtis e Reigeluth (1984) e Francisco Junior (2009) reportam a presença de relação analógica do tipo funcional de 58, 88% 49,4%, respectivamente. A principal razão para isso é a natureza processual dos conceitos químicos para os quais são empregados analogias (Francisco Junior, 2009). Na obra analisada os conteúdos como metais e oxirredução, compostos inorgânicos, radioatividade e reação e notação química tenderam a estabelecer relação analógica do tipo funcional, enquanto tópicos relacionados à estrutura atômica, geometria molecular, estados de agregação da matéria e alotropia tenderam a conter analogias do tipo estrutural.

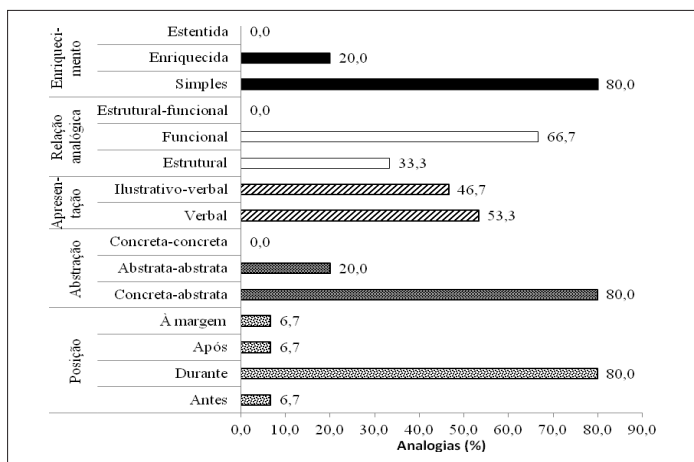


Fig. 1. Percentual de analogias de acordo com a relação analógica, nível de abstração, apresentação e posicionamento

A utilização de analogias do tipo estrutural requer cuidados, pois quando os aspectos estruturais são os únicos atributos compartilhados entre domínio e alvo, o número de diferenças pode prevalecer. Dessa forma, pode ocorrer a formação errônea de um determinado conceito pelo aluno. Considera-se que, em uma analogia, quanto maior for a similaridade entre o domínio e o alvo melhor será a possibilidade de transposição dos conceitos. Nesse contexto, pode-se concluir que a utilização de analogias do tipo funcional-estrutural que compartilhem mais de um atributo é apresentada como melhor estratégia de ensino no que diz respeito ao uso das analogias.

Em relação ao nível de enriquecimento, 80% das analogias foram classificadas como simples, ou seja, um único atributo do domínio foi compartilhado com o conceito alvo. As analogias simples

requerem dos alunos identificar não só os atributos compartilhados como também os não compartilhados, o que pode ser uma tarefa difícil, principalmente se as similaridades e diferenças não forem facilmente perceptíveis (Curtis e Reigetulth, 1984).

As analogias classificadas como enriquecidas, ou seja, que compartilharam mais de um atributo entre domínio e alvo, compararam: i) modelo atômico de Thomson com um pudim de passas: as passas foram comparadas aos elétrons encrustados na massa atômica não maciça atribuída ao pudim; ii) a estrutura cristalina do Buckminsterfullereno com uma minúscula bola de futebol: a estrutura total foi comparada a bola de futebol, as vértices e as arestas poderiam ter sido atribuídas aos átomos de carbono e as ligação entre os mesmos, respectivamente; iii) o modelo atômico de Rutherford com um minúsculo sistema planetário: a rotação dos elétrons em torno do núcleo foram comparados aos planetas que giram em torno do sol. Apesar de 20% das analogias terem sido classificadas como enriquecidas, apenas na analogia relacionada à estrutura atômica de Rutherford (iii) mais de um atributo entre domínio e alvo foi identificado pelo autor. Além disso, os termos “minúscula bola de futebol” e “minúsculo sistema planetário” utilizados nas analogias ii e iii, respectivamente, não proporcionaram parâmetros corretos de comparação entre dimensões. Dessa forma, a maçante utilização de analogias simples, a falta de exploração dos diversos atributos proporcionados pelas analogias enriquecidas e a ausência de analogias estendidas evidenciaram o não aproveitamento adequado, pela autora, dessa ferramenta.

Sob o ponto de vista do nível de abstração, as analogias encontradas na obra avaliada foram distribuídas em concreta-abstrata (80%) e abstrata-abstrata (20%). O nível de abstração considera a familiarização dos alunos com o domínio, logo, o conceito de domínio deve ser mais acessível ao aluno, que o conceito alvo. De acordo com Hofmann e Shied (2007) o uso de analogias em livros didáticos com assuntos que são mais familiares que o conhecimento científico auxilia na aprendizagem, pois utilizam referências do cotidiano do aluno e com uma linguagem mais acessível. Por isso, sempre que possível, a analogia deve ser concreta e pessoalmente significativa, o que a torna potencialmente mais familiar aos estudantes (Francisco Junior, 2009).

Porém isso não significa que uma analogia abstrata-abstrata seja caracterizada por difícil entendimento. Como exemplo desse fato, pode-se citar a analogia que compara o pH da chuva ácida com o suco de limão, capítulo 17 do livro avaliado. Apesar do domínio pH ser abstrato, a analogia pode ser considerada de fácil compreensão devido a acidez no limão ser considerado um conceito familiar para os alunos. Considerando que o domínio é familiar, as relações analógicas são fáceis de serem estabelecidas (Duit, 1991).

De acordo com os dados apresentados na Fig. 1, é possível observar uma distribuição similar entre analogias de apresentação verbal (53,3%) e ilustrativo-verbal (46,7%). A utilização de imagens como alternativa metodológica pode melhorar a aprendizagem, além de despertar interesse e motivação nos alunos. Por isso, acredita-se que a utilização de novas tecnologias de ensino, sem dispensar o uso de imagens em aulas, seja um recurso a ser explorado no processo de ensino-aprendizagem (Heckler, Saraiva e Oliveira, 2007).

Algumas analogias textuais possuem um alto poder de visualização, o que dispensa o uso de uma ilustração para a sua compreensão, nesse caso, o desuso da imagem pode corroborar para que não ocorram, segundo Francisco Junior (2009), impressões imediatas que podem impedir o raciocínio abstrato e fomentar a formulação de obstáculos à aprendizagem.

Na avaliação do livro, apenas uma ilustração foi caracterizada como ferramenta complementar de entendimento, a qual, no capítulo 11, demonstra o experimento de Rutherford e compara a travessia das partículas alfa por uma finíssima folha metálica de ouro com uma bala de espingarda que atravessa uma folha de papel. As demais ilustrações não foram consideradas pertinentes ao entendimento das analogias.

Em relação ao posicionamento das analogias, 80% foram identificadas durante o texto, enquanto que as posições antes, depois e a margem do texto foram identificadas apenas uma vez cada condição. Monteiro e Justi (2000) e Curtis e Reigeluth (1984) consideram que as analogias posicionadas antes ou durante a apresentação do alvo podem ser mais eficazes. Nesses casos, as analogias permitem estabelecer comparações mais diretas, pois, ao ser apresentado ao conceito alvo, o aluno pode, simultaneamente, estabelecer as relações necessárias (Monteiro e Justi, 2000).

O posicionamento da analogia não foi identificado como fator limitante da compreensão dos conceitos. Assim, a posição da analogia depende do objetivo proposto podendo atuar tanto como facilitadora do conhecimento quanto avaliadora da aprendizagem.

Os fatores considerados limitantes nessa obra foram a falta de orientação e discussão das limitações das analogias utilizadas. A maioria das analogias não foram apresentadas de forma explícita e nem utilizados termos indicadores.

A falta de identificação pode dificultar na tomada dos cuidados necessários referentes as limitações. Além disso, utilizar uma analogia sem explicar suas limitações pode gerar dúvidas e confusões, uma vez que a sua interpretação fica inteiramente a cargo do receptor. Assim, cabe ao professor discutir os atributos correspondentes e as limitações da analogia caso elas não sejam abordadas pelo autor com o objetivo de expandir sua potencialidade didática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro didático analisado apresentou analogias simples - que compartilham apenas um atributo entre domínio e análogo - e clássicas com baixo nível de exploração. Em geral o uso de ilustrações não abordou aspecto complementar na compreensão dos conceitos alvo. A falta de orientação e discussão sobre as limitações do uso de analogias poderá acarretar na formação errônea de conceitos.

REFERÊNCIAS

- BERNARDINO, M. A. D., RODRIGUES, L. M. B., BELLINI, L. M. (2013). Análise crítica das analogias do livro didático público de química do estado do Paraná. *Ciência e Educação*, 19(1), 135-150.
- CÁSSIO, F.L., CORDEIRO, D. S., CORIO, P., FERNANDEZ, C. (2012). O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 595-619.
- CURTIS, R. V., REIGELUTH, C. M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13(2), 99-117.
- DAGHER, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, 649-710.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. (2009). Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. *Ciências e Cognição*, 14(1), 121-143.
- FREITAS, L. P. S. R. (2011). *O uso de analogias no ensino de química: uma análise das concepções de licenciandos do curso de química da UFRPE*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- HECKLER, V., SARAIVA, M. F. O., OLIVEIRA, K. S. F. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273.
- HOFFMANN, M. B., SCHEID, N. M. J. (2007). Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1), 1-17.
- FONSECA, M. R. F. (2013). *Química 1*. São Paulo, Brasil: Ática.
- MEGID NETO, J., FRACALANZA, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, 9(2), 147-157.
- MÓL, G. S. (1999). *O uso de analogia no ensino de química*. Tese (Doutorado em Educação em Química). Universidade de Brasília, Brasília.
- MONTEIRO, I. V., JUSTI, R. (2000). Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio. *Investigações em ensino de ciências*, 5(2), 67-91.
- NAGEM, R., CARVALHAES, D. O., DIAS, J. A. Y. T. (2001). Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 197-213.
- THIELE, R., TREAGUST, D. (1994). The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22(1), 61-74.