

Estudo das analogias presentes no volume ‘Composição e Estrutura dos Corpos’ da coleção ‘Ser Protagonista: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias’

José Ossian Gadelha de Lima

Pós-doutor

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

E-mail: jose.lima@uece.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2423-3645>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1098836809542050>

Carla Paiva de Mesquita

Graduanda

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

E-mail: carla.mesquita@aluno.uece.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-8671-1572>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8111135735410563>

RESUMO

Analogias são instrumentos empregados no ensino que contribuem para o sucesso dos processos de ensino e aprendizagem, pois podem fazer um conceito desconhecido (conceito alvo) ser compreendido, quando comparado a um conceito conhecido (conceito análogo). A disseminação de sua utilização em livros didáticos da área das Ciências da Natureza e suas tecnologias impulsionou a demanda de avaliações sobre a maneira como estão sendo empregadas. Assim, este trabalho objetiva apresentar resultados de um estudo sobre as analogias encontradas no volume ‘Composição e estrutura dos corpos’, da coleção ‘Ser Protagonista: ciências da natureza e suas tecnologias’. Após a leitura integral e minuciosa da obra, identificamos apenas três analogias que foram discutidas e classificadas de acordo com um sistema proposto por alguns pesquisadores. Praticamente todas elas não discutem aspectos importantes relacionados aos seus objetivos. Evidenciamos a importância e a necessidade de mais discussões sobre o uso desses instrumentos, principalmente nos cursos de formação inicial de professores, para que possam ser utilizados de maneira a não prejudicar o aprendizado.

Palavras-chave: Conceito Alvo. Conceito Análogo. Ensino de Química. Livro Didático.

1 INTRODUÇÃO

O livro didático desempenha um papel fundamental nos processos de ensino e aprendizagem. Para muitos professores que, mais especificamente, atuam no Ensino Básico, esse instrumento chega a ser o recurso mais utilizado durante suas aulas, se não o único. Em se tratando do ensino na área das Ciências da Natureza e suas tecnologias, essa realidade se faz muito presente no trabalho dos docentes, pois são conteúdos que muitas vezes não encontram metodologias mais apropriadas para sua exploração que não sejam aquelas fundamentadas no uso do livro didático (MUNAKATA, 2016).

No entanto, ao refletir sobre o verdadeiro papel desse instrumento pedagógico, Oliveira (2012, p. 26) discute que “[...] é através do diálogo entre o saber científico, o discurso do professor e seu próprio

discurso que o aluno apreende os sentidos produzidos na construção científica”, e que, portanto, o livro didático deve ser um instrumento capaz de promover a construção do conhecimento do aluno e, por isso, deve se constituir em um material capaz de contribuir para facilitar o processo de aprendizagem.

Nesse sentido, os livros didáticos da área das Ciências da Natureza e suas tecnologias, muitas vezes, recorrem a alguns artifícios, as analogias, as quais também são muito usadas pelos professores durante suas aulas. Esses dispositivos vêm sendo utilizados há muito tempo, tanto no ensino formal quanto no informal e, em especial, têm tido presença garantida nos livros didáticos. Em vista disso, as analogias se tornaram alvos de estudos de muitos pesquisadores das mais diferentes áreas (DUIT; 1991; GONÇALVES; JULIÃO, 2016; MÓL, 1999; MONTEIRO; JUSTI, 2000; OLIVEIRA, 2012; THIELE; TREAGUST, 1994).

Duit (1991) e Thiele e Treagust (1994) definem a analogia ou raciocínio analógico como sendo uma comparação entre um ‘conceito conhecido’, também chamado de ‘domínio análogo’ ou ‘conceito análogo’, e um ‘conceito desconhecido’, nomeado também como ‘conceito alvo’. Em outras palavras: uma analogia constitui o uso de um conceito já bem compreendido pelo educando para facilitar o entendimento de outro que está sendo apreendido.

É a partir desse entendimento que Francisco Júnior (2009) chama a atenção para a importância de se avaliar o modo como elas estão sendo empregadas, tanto na sala de aula pelos professores quanto nos livros didáticos, uma vez que se tornaram instrumentos relevantes na potencialização da aprendizagem de conceitos científicos. Assim, para esse estudioso, faz-se necessário observar, principalmente nesses livros, a quantidade delas utilizadas, o nível de compreensão dos conceitos trabalhados e a possibilidade de gerar interpretações equivocadas sobre o conceito alvo a ser aprendido.

Nessa dimensão, Bozelli e Nardi (2006) ressaltam a importância de promover discussões sobre analogias em cursos de formação inicial de professores, principalmente daquelas empregadas no ensino formal. Isso poderia evitar a continuidade do uso desordenado desses instrumentos em sala de aula sem um estudo prévio. Em outras palavras, é preciso analisar as vantagens e desvantagens que esses dispositivos podem trazer para o processo de aprendizagem. Na opinião desses pesquisadores, é de fundamental importância que o professor saiba empregar os raciocínios analógicos de forma correta, minimizando os problemas relacionados à compreensão dos conceitos trabalhados na sala de aula.

Considerando esse aspecto importante para o trabalho dos professores e, principalmente, para docentes que estão em processo de formação, Francisco Júnior (2009), fundamentado nos estudos de Thiele e Treagust (1994), sugeriu um sistema composto por dez categorias que tem contribuído significativamente para um melhor entendimento das analogias. Esse sistema possibilita compreendermos como elas podem se tornar aliadas importantes para o sucesso dos processos de ensino e aprendizagem. As dez categorias estão sumarizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Sistema de critérios para classificação de analogias

ORDEM	CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
1	Quantidade e frequência das analogias	Determina a quantidade e a frequência das analogias identificadas na obra analisada.
2	Conteúdo do conceito alvo	Definido pelo(s) conteúdo(s) ou tópico(s) da Química, da Física ou da Biologia que constitui(em) o conceito alvo da analogia;
3	Relação analógica entre o conceito análogo e o conceito alvo	Considera o tipo de semelhanças existentes entre o conceito análogo e o conceito alvo, podendo ser: - Estrutural: as semelhanças são do tipo estrutural; as similaridades são de natureza física; - Funcional: o funcionamento ou comportamento do análogo é similar ao alvo.
4	Formato da apresentação	- Verbal: analogia apresentada apenas por texto; - Ilustrativa: apresentada somente por meio de ilustrações; - Ilustrativo-verbal: apresentada por meio de texto e ilustração.
5	Nível de abstração dos conceitos análogo e alvo	Identifica o grau de materialidade estabelecido entre o análogo e o alvo, respectivamente. Pode ser: - Concreto-abstrato; - Concreto-concreto; - Abstrato-abstrato.
6	Posição da analogia em relação ao conceito alvo	Indica a ordem da analogia em relação ao conceito-alvo. Pode ser: - Antes; - Depois; - Durante a apresentação do conceito-alvo; - Às margens da página do livro-texto.
7	Nível de enriquecimento da analogia	Verifica a extensão da relação entre o análogo e o alvo, podendo ser: - Simples: a relação não destaca os atributos similares; - Enriquecida: a relação destaca os atributos similares; - Estendida: utiliza mais de um análogo.
8	Nível de mapeamento da analogia	Identifica se o autor apresenta discussão sobre as correspondências entre o análogo e o alvo.
9	Presença de orientações pré-tópico	Identifica termos e expressões características anunciando a presença de analogia.
10	Apresentação e discussão de limitações	Verifica a existência de trechos evidenciando as limitações da analogia. Pode ser: - Não reconhece a existência; - Reconhece a existência; - Reconhece a existência e a discute;

Fonte: adaptado de Francisco Júnior (2009).

Considerando, portanto, o cenário até aqui traçado, o objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados obtidos a partir de um estudo realizado sobre as analogias presentes em um livro didático da área das Ciências da Natureza e suas tecnologias, adotado nas turmas do Ensino Médio de escolas públicas brasileiras.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com o intuito de identificar, discutir e classificar as analogias presentes no volume ‘Composição e estrutura dos corpos’, da coleção ‘Ser Protagonista: ciências da natureza e suas

tecnologias'. Destinado a alunos do Ensino Médio brasileiro, o livro aborda conteúdos de Química, Física e Biologia.

Essa coleção leva a assinatura de vários autores e tem como editores responsáveis André Zamboni e Lia Manguilhott Bezerra. Sua primeira edição foi publicada em 2020, pela editora SM Educação, de São Paulo.

A investigação conduzida para produção dos resultados aqui apresentados pode ser caracterizada sob a perspectiva de uma abordagem qualitativa, sem ter, no entanto, negligenciado o seu aspecto quantitativo, já que os números obtidos se constituíram em dados importantes para entendermos melhor o fenômeno estudado. Sob o ponto de vista de seus objetivos, ela pode ser classificada como exploratória, pois traz contribuições importantes para o acervo de estudos sobre analogias presentes em livros adotados nas Escolas do Ensino Médio (MALHEIROS, 2011).

Para o seu desenvolvimento, seguimos um cronograma que consistiu de, praticamente, dois momentos. O primeiro se constituiu do levantamento bibliográfico, catalogação e aquisição do material a ser analisado, seguidos de leitura minuciosa e integral da obra, a fim de identificarmos as analogias nela presentes.

O segundo compreendeu algumas etapas: 1) classificação das analogias identificadas no livro, utilizamos para isso um sistema composto por 10 (dez) categorias estabelecidas por Francisco Júnior (2009), segundo os estudos desenvolvidos por Thiele e Treagust (1994); 2) organização dos resultados e; 3) elaboração do relatório final da pesquisa.

Para facilitar o reconhecimento da presença de um raciocínio analógico contido na obra analisada, utilizamos, durante as leituras efetuadas, as definições de analogia desenvolvidas pelos principais pesquisadores da área: THIELE; TREAGUST (1994); DUIT (1991); MÓL (1999); GONÇALVES; JULIÃO (2016); MONTEIRO; JUSTI (2000); OLIVEIRA (2012), entre outros.

Ainda no processo de reconhecimento das analogias da obra, utilizamos elementos textuais como '... semelhante a ...', '... fazendo uma analogia ...', '... isso é como...', '... analogamente ...', que são caracterizados como indicadoras de analogias (FRANCISCO JÚNIOR, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do processo de leitura criteriosa da obra, percebemos que seus textos não fazem uma abordagem clara e elucidativa dos conteúdos apresentados, apesar da obra estar adequada tanto ao nível de compreensão do aluno ao qual se destina, quanto ao nível do trabalho a ser desempenhado pelo professor. Em outras palavras, os autores não aprofundam os assuntos explorados de maneira a possibilitar uma maior acessibilidade ao entendimento do que está sendo explicado. Isso será demonstrado mais adiante.

De mais a mais, semelhantemente a outras obras, o livro apresenta algumas vulnerabilidades, como,

por exemplo, a falta de referências a circunstâncias contextualizadoras e específicas dos conteúdos, as quais poderiam estar relacionadas ao cotidiano dos estudantes das diferentes regiões geográficas brasileiras.

As analogias identificadas e classificadas, assim como a quantidade e frequência em que foram dispostas no livro são discutidas neste artigo de acordo com a proposta e os critérios de Thiele e Theagust (1994). Na última página deste trabalho, apresentamos o Quadro 2 que resume os resultados e as discussões expostas a seguir.

3.1 AS ANALOGIAS IDENTIFICADAS: DISCUSSÕES E CLASSIFICAÇÃO

O primeiro critério de classificação, ‘Quantidade e frequência das analogias’, refere-se ao resultado da análise quantitativa acerca da presença delas ao longo de toda a obra. Com relação a esse aspecto, encontramos um número muito pequeno: somente 03 (três) analogias estão presentes em todo o livro. Outra observação que causa estranheza é o fato de ele apresentar uma frequência de apenas 0,3 analogias por capítulo, uma quantidade extremamente pequena, quando comparada a outras obras (FRANÇA, 2017).

Além disso, elas estão distribuídas de maneira bastante irregular: as 03 (três) analogias estão localizadas na Unidade 1 do livro. A primeira foi encontrada no capítulo 1, a segunda no capítulo 3, e a terceira está situada na seção ‘Orientações e comentários específicos’, destinada exclusivamente aos professores, e se refere ao capítulo 4. Vale destacarmos que a obra contém um total de 10 capítulos distribuídos por 3 Unidades, ao longo de 260 páginas.

Em seu trabalho, França (2017) observou que uma das obras por ela analisadas, contendo 20 (vinte) capítulos, chega a apresentar 11 (onze) analogias, ou seja, uma frequência de 0,55 analogias por capítulo. Os demais critérios serão discutidos à medida em que for apresentada individualmente cada analogia.

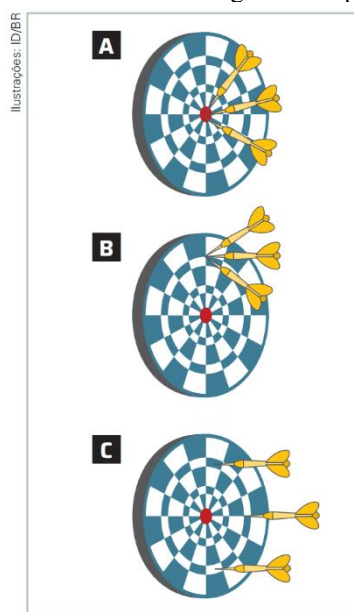
3.2 PRIMEIRA ANALOGIA

A Figura 1 mostra a primeira analogia identificada no livro. Inserida na página 20, capítulo 1 (Unidades de medida e propriedades da matéria) da Unidade 1 (Do que são feitos os materiais), esse raciocínio analógico aborda conteúdos relacionados aos conceitos de ‘precisão, exatidão e erros’. Os autores fazem uma comparação dos resultados de dardos lançados contra um alvo e os conceitos de precisão e exatidão: ‘Os conceitos de precisão e exatidão podem ser representados pela distribuição de dardos lançados contra um alvo, ...’ (ZAMBONI; BEZERRA, 2020, p. 20).

O conceito ou domínio análogo (conceito conhecido) dessa analogia é representado pela distribuição de dardos lançados contra um alvo, conforme mostra a ilustração do livro, aqui apresentada na Figura 1. O conceito alvo ou desconhecido se refere a ‘precisão’ e ‘exatidão’. Ao discutir a localização dos dados lançados nos três conjuntos (A, B e C), os autores mostram a associação entre os resultados dos lançamentos e os conceitos alvo. Essa discussão está destacada no retângulo vermelho da Figura 1.

Com respeito ao terceiro critério, relação analógica entre o conceito análogo e o conceito alvo, observamos que os domínios compartilham atributos estruturais, o que permite classificar a analogia como ‘estrutural’, já que os aspectos usados pelos autores, para explicar os conceitos alvo, referem-se à forma física com a qual os resultados se apresentam.

Figura 1 – Apresentação da primeira analogia, Capítulo 1, Unidade 1, p. 20



Fonte de pesquisa: KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. J. *Química geral e reações químicas*. 5. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. v. 1.

Precisão, exatidão e erros

A **precisão** ou **repetibilidade** de uma medida indica o quanto as medidas repetidas estão próximas umas das outras. Os cientistas tentam obter valores mais precisos realizando muitas medidas e calculando a média dos resultados.

A **exatidão** mostra que o valor de uma medida está muito próximo do valor comumente aceito como referência (também denominado **valor real**).

Contudo, medidas precisas podem resultar em valores inexatos. Erros desse tipo ocorrem quando, por exemplo, um resíduo sólido fica no prato de uma balança. Se esse resíduo não for percebido e retirado, todas as pesagens posteriores apresentarão um **erro sistemático**: os valores obtidos serão precisos (ou seja, próximos entre si), porém a massa média obtida será inexata (distante do valor real), pois incluirá a massa do resíduo.

Há também os **erros aleatórios**, que podem ter várias causas. Leituras incorretas executadas pelo operador do instrumento de medição e mudanças nas condições experimentais, por exemplo, podem levar a medidas imprecisas e inexatas.

Os conceitos de precisão e exatidão podem ser representados pela distribuição de dardos lançados contra um alvo, como nas figuras ao lado. A figura **A** mostra que o atirador foi preciso e exato, porque todos os dardos atingiram o centro do alvo. A figura **B** mostra que o atirador foi preciso, mas não foi exato, pois os dardos não atingiram o centro do alvo (apesar de todos eles acertarem o mesmo ponto). A figura **C** indica que o atirador não foi nem preciso nem exato.

Algarismos significativos

Fonte: Zamboni e Bezerra (2020, p. 20).

O formato da apresentação (quarto critério) pode ser caracterizado como sendo ‘ilustrativo/verbal’, pois a analogia é apresentada (Figura 1) por meio de um texto acompanhado de uma ilustração, o que enriquece a explicação dos autores sobre os conceitos alvo.

Quanto ao quinto critério, nível de abstração dos conceitos análogo e alvo, esta analogia pode ser classificada como sendo do tipo ‘concreto/abstrato’, pois o conceito análogo, exposto por meio de uma ilustração mostrando a maneira como dados lançados contra um alvo ficaram distribuídos em três situações, tem natureza concreta, enquanto os conceitos alvo (precisão e exatidão), expostos pelos autores nos dois primeiros parágrafos da Figura 1, dizem respeito a entidades abstratas, ou seja, subsistem graças às entidades concretas representadas pelo conceito análogo.

No sexto critério, analisamos a posição da analogia em relação ao conceito alvo. Nesse caso, observamos que esse conceito foi apresentado antes do raciocínio analógico, de modo que a posição dessa analogia se caracteriza como ‘depois’.

O sétimo critério se refere ao nível de enriquecimento da analogia e, no caso dessa analogia, podemos classificá-la como sendo do tipo ‘enriquecida’, apesar das conexões entre os conceitos análogo e alvo não

terem sido exploradas de modo exaustivo. Os autores esqueceram de mencionar que cada dardo lançado representa uma medida feita pelos cientistas nas suas pesquisas. Ao serem comparadas essas medidas (posições dos dardos), os pesquisadores teriam condições de avaliar a precisão e exatidão de suas medições.

Quanto ao oitavo critério de classificação, nível de mapeamento feito pelo autor, podemos dizer que os autores mostraram as correspondências existentes entre os elementos dos conceitos análogo e alvo, como uma tentativa de familiarizar o estudante com o conceito alvo. No entanto, esse mapeamento poderia ser mais substancial se tivessem sido destacadas as correspondências entre os dardos e as medições dos cientistas.

Com relação ao nono critério, presença de orientação pré-tópico, este raciocínio analógico não a apresenta. Em nenhum momento os autores chamam a atenção, por meio de uma expressão característica, para a presença de analogia, ou seja, ela não consegue introduzir o leitor estrategicamente à compreensão da analogia.

No último critério de classificação, apresentação e discussão de limitações, esta analogia pode ser enquadrada como não reconhecendo a existência de aspectos e atributos que convirjam para um bom entendimento do conceito alvo. Dentre alguns que poderíamos enumerar, e que não foram explorados pelos autores, estão: o formato dos dardos (valores numéricos), o alvo (valor real ou correto), a forma como os dados são manipulados (a forma como os cientistas obtêm as suas medidas), etc.

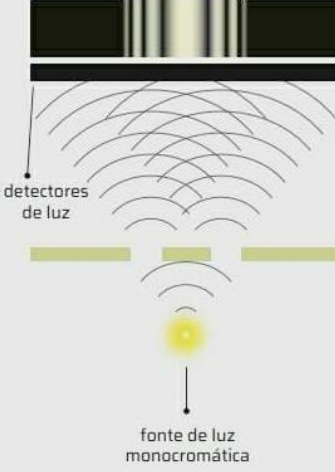
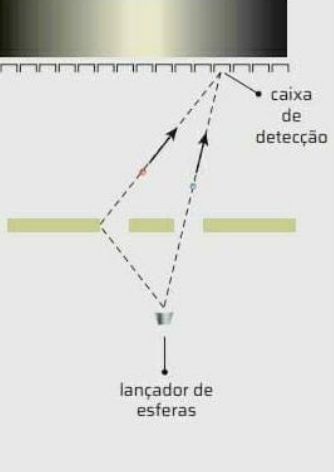
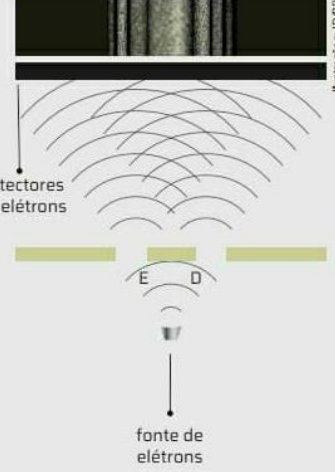
3.3 SEGUNDA ANALOGIA

O segundo raciocínio analógico (Figura 2) está localizada na página 44, capítulo 3 (Física Quântica) da Unidade 1 (Do que são feitos os materiais). Ele aborda o conteúdo relacionado à ‘dualidade onda-partícula’, comparando experimentos. Os autores buscam mostrar a relação existente entre os ‘Padrões de interferência de uma onda eletromagnética’ (conceito análogo), observados a partir do experimento de Young, com os ‘Padrões de distribuição de esferas lançadas em experimento de dupla fenda’ (conceito alvo), realizado por De Broglie. O intuito maior dessa comparação é fazer o leitor entender a dualidade onda-partícula, uma propriedade inerente à natureza do comportamento da matéria.

O conceito análogo nela trabalhado se refere ao “experimento da dupla fenda para a radiação eletromagnética realizado pelo físico e médico britânico Thomas Young (1773-1829), como representado a seguir” (ZAMBONI; BEZERRA, 2020, p. 44). Aqui, isso é mostrado na Figura 2.

Apesar dos autores explicarem o experimento de Young, esse conceito análogo é bastante complexo, dificultando o entendimento do conceito alvo pelos alunos. Possivelmente, um experimento simples realizado pelo professor na sala de aula poderia contribuir para um melhor entendimento do fenômeno e do significado da dualidade onda-partícula.

FIGURA 2 – Apresentação da segunda analogia, Capítulo 3, Unidade 1, p. 44

Situação 1: Padrões de interferência de uma onda eletromagnética	Situação 2: Padrões de distribuição de esferas lançadas em experimento de dupla fenda	Situação 3: Padrões de interferência de um feixe de elétrons
 <p>detectores de luz</p> <p>fonte de luz monocromática</p>	 <p>caixa de detecção</p> <p>lançador de esferas</p>	 <p>detectores de elétrons</p> <p>fonte de elétrons</p>
<p>O experimento de Young consistiu em fazer uma luz monocromática incidir sobre duas fendas próximas. Depois de a luz passar pelas fendas, ocorria interferência. O resultado foi um padrão de linhas paralelas no anteparo.</p>	<p>Por analogia com o experimento de Young (situação 1), De Broglie propôs que um feixe de partículas também seria difratado, ao passar por uma fenda dupla.</p> <p>Empregando um arranjo experimental similar ao de Young, porém com esferas suficientemente pequenas para passar pelas fendas, De Broglie obteve um padrão de distribuição das esferas.</p>	<p>Um experimento semelhante com somente um feixe de elétrons foi realizado quatro anos depois da proposição formulada por De Broglie. Clinton J. Davisson (1881-1958) e Lester H. Germer (1896-1971) montaram um arranjo experimental similar ao de Young e lançaram um feixe de elétrons sobre as fendas duplas. Foram obtidos os mesmos padrões de interferência de quando se lançaram ondas eletromagnéticas (situação 1).</p>

Fonte: Zamboni e Bezerra (2020, p. 44).

Essa dificuldade no entendimento do conceito análogo nos remete a duas questões: O aluno domina o conceito análogo utilizado pela analogia? Se não, como ele vai conseguir entender o conceito alvo?

Ao fazermos uso de uma analogia, faz-se necessário considerar que o estudante (re)conheça e compreenda o conceito análogo. Assim, caso o aluno não domine o conteúdo estudado antes de apresentada a analogia, ou seja, não está familiarizado como o conceito análogo, possivelmente não conseguirá compreender o conceito alvo, já que os dois domínios serão trabalhados de forma associada. Isso significa que analogias dessa natureza podem comprometer o entendimento do conceito que propõem esclarecer (FRANCISCO JÚNIOR; FRANCISCO; OLIVEIRA, 2012).

Quanto ao terceiro critério, relação analógica entre o conceito análogo e o conceito alvo, podemos classificar essa analogia com sendo do tipo ‘estrutural/funcional’, pois os conceitos análogo e alvo compartilham tanto aspectos estruturais (existência de fendas nos equipamentos dos experimentos), quanto operacionais (passagem da luz e de esferas pelas fendas).

No quarto critério, formato da apresentação, temos novamente uma analogia do tipo ‘ilustrativo/verbal’, visto que os autores se servem de textos e ilustrações para tentar familiarizar o leitor com o conceito alvo (Figura 2).

‘Concreto/concreto’ seria o tipo de classificação dessa analogia em relação ao quinto critério de análise, nível de abstração dos conceitos análogo e alvo. O conceito análogo descreve brevemente um experimento realizado por Young, e o conceito alvo utiliza a descrição de “um arranjo experimental similar ao de Young, porém com esferas suficientemente pequenas para passar pelas fendas” (ZAMBONI; BEZERRA, 2020, p. 44).

Em relação ao sexto critério, posição da analogia em relação ao conceito alvo, certamente é do tipo ‘depois’, pois, assim como na primeira analogia estudada, ela foi posicionada após a descrição do conceito alvo, ou seja, os autores explicam o comportamento de uma onda a partir de interferência eletromagnética e só depois descrevem a analogia para ‘reforçar’ o entendimento do conceito alvo.

Analisando o sétimo critério, nível de enriquecimento da analogia, foi possível percebermos que essa analogia retrata uma do tipo ‘simples’. Apesar dos autores apresentarem um texto que busca explorar a associação entre os conceitos trabalhados, não foi mostrada nenhuma relação a mais, entre o análogo e o alvo, que possa denotar uma extensão das suas semelhanças, o que demonstra a falta de enriquecimento desse raciocínio analógico.

Infelizmente, não foi possível identificar nenhuma espécie de discussão, debate ou descrição, promovidos pelos autores, elencando e explicando os elementos existentes nos conceitos análogo e alvo que compartilham similaridades, em uma tentativa de familiarizar o leitor ao conceito alvo. Desse modo, podemos dizer que essa analogia não contempla o oitavo critério de análise: nível de mapeamento feito autor.

No tocante ao nono critério, presença de orientação pré-tópico, a existência do termo usado pelos autores ao apresentar a analogia, “... Por analogia ...” (ZAMBONI; BEZERRA, 2020, p. 44), permite-nos dizer que ‘sim’, esse raciocínio analógico apresenta pré-tópico, uma vez que esse termo anuncia a existência de uma analogia.

No que tange ao décimo critério de análise, apresentação e discussão de limitações, podemos dizer que não há referências à existência desses elementos nas informações fornecidas pelos autores. Assim, devemos considerar uma certa negligência nesse aspecto, visto que o conceito análogo utiliza a luz como elemento que se propaga, enquanto o conceito alvo usa esferas pequenas. Com certeza, comportamentos diferentes deverão ser observados, a começar pelo fato de a luz se propagar em todas as direções, enquanto cada esfera se deslocará em uma única direção.

3.4 TERCEIRA ANALOGIA

A terceira analogia (Figura 3) está localizada em um texto complementar sobre o assunto explorado no capítulo 4 (Física Nuclear) da Unidade 1 (Do que são feitos os materiais), e aborda o conteúdo ‘Radioatividade’. Nesse raciocínio analógico, os autores fazem uma comparação entre ‘uma garrafa de

champagne que quando agitada lança sua rolha’ (conceito análogo) e ‘instabilidade de um núcleo atômico’ (conceito alvo).

FIGURA 3 – Apresentação da terceira analogia, Capítulo 4, Unidade 1, p. 201-202

Assim, um núcleo instável emite radiação até que se transforma num núcleo estável e bem comportado. Em geral, o núcleo instável não emite a radiação (excesso de energia) imediatamente. Ele tem a probabilidade de emitir dentro de um certo intervalo de tempo.

Com um pouco de esforço poderíamos imaginar um núcleo instável como uma garrafa de *champagne* que quando agitada lança sua rolha. Ela pode lançar logo que for sacudida ou pode aguentar um pouco mais, isto vai depender de sua forma,

quantidade de líquido que contém etc., isto é, de sua estrutura interna. Ela pode ainda lançar a rolha com maior ou menor força. Analogamente, o núcleo emite sua radiação com maior ou menor energia.

Fonte: Zamboni e Bezerra (2020, p. 201 e 202).

Com respeito ao terceiro critério, relação analógica entre o conceito análogo e o conceito alvo, podemos classificar essa analogia como sendo do tipo ‘funcional’, pois seu uso explora os aspectos funcionais e comportamentais similares entre os conceitos trabalhados, ou seja, a maneira como se comporta o lançamento de uma rolha por uma garrafa de champagne agitada e a emissão de radiação por um núcleo atômico. Não há elementos estruturais comuns e explícitos que possam ser usados para um melhor entendimento do conceito alvo.

No quarto critério, formato da apresentação, classificamos esta analogia como sendo do tipo exclusivamente ‘verbal’, já que é apresentada apenas por meio de um texto explicativo. Cabe ressaltar o apelo exposto pelos autores, evocando o uso da imaginação do leitor: “Com um pouco de esforço poderíamos imaginar um núcleo instável como uma garrafa de champagne que quando agitada lança sua rolha” (Figura 3).

Considerando o quinto critério de avaliação, nível de abstração dos conceitos análogo e alvo, consideramos esta analogia como sendo do tipo ‘concreto/abstrato’, já que utiliza um conceito analógico de aspectos concretos (uma garrafa de champagne que quando agitada lança sua rolha) para explicar um conceito alvo abstrato (a instabilidade de um núcleo atômico).

No sexto critério de análise, posição da analogia em relação ao conceito alvo, semelhantemente às analogias anteriores, nós a classificamos como ‘depois’, ou seja, ela foi apresentada após o conceito a ser aprendido ter sido explicado.

Quanto ao sétimo critério, nível de enriquecimento, essa analogia foi considerada ‘simples’, pois não

observamos a presença de elementos que explicitasse a similaridade de seus atributos. Por exemplo, os autores não exploraram o fato de, no núcleo atômico, a agitação promovida na garrafa de champagne corresponderia à energia necessária ao núcleo para que a emissão de radiação ocorresse.

Ao considerarmos o nível de mapeamento feito pelos autores, oitavo critério usado para estudar essas analogias, não identificamos discussões mostrando as possíveis correspondências existentes entre os conceitos, cujo objetivo seria familiarizar o leitor com o conceito alvo. O texto mostrado na Figura 3 até denota uma certa intenção em expor um mapeamento, “Ela pode ainda lançar a rolha com maior ou menor força. Analogamente, o núcleo emite sua radiação com maior ou menor energia” (ZAMBONI; BEZERRA, 2020, p. 202), no entanto, os autores optaram por não prosperar.

Com relação ao nono critério, presença de orientação pré-tópico, nessa analogia foram identificados uma expressão e um termo que caracterizam o seu texto como contendo este tipo de estratégia didática: ‘Com um pouco de esforço poderíamos imaginar [...]’ e ‘Analogamente, [...]’ (Figura 3). Nesse sentido, Gonçalves e Julião (2016) destacam a importância da utilização de pré-tópicos em livros didáticos, pois possibilita ao leitor um certo ‘preparo’ para a leitura do texto contendo a analogia, contribuindo para a promoção da funcionalidade desse instrumento e, conseqüentemente, de um melhor entendimento do conceito alvo.

Assim como as analogias discutidas anteriormente, esse raciocínio analógico não reconhece a existência de suas limitações, ficando, portanto, a cargo do leitor identificá-las. A ausência desse elemento, segundo Francisco Júnior (2009), pode gerar obstáculos durante o processo de utilização da analogia, fazendo com que o aluno compreenda o conceito alvo de modo não satisfatório ou, até mesmo, de maneira completamente equivocada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa trouxeram à luz alguns aspectos importantes concernentes às analogias apresentadas no volume ‘Composição e estrutura dos corpos’, da coleção ‘Ser Protagonista: Ciências da Natureza e suas Tecnologias’. Um dos mais significativos se refere à pequena quantidade de analogias identificadas no livro, apenas três, significando uma frequência muito baixa. Essa constatação deixa transparecer um certo desinteresse dos autores pelo uso desses instrumentos didáticos, os quais podem ser de grande auxílio na aprendizagem da Química, da Física e da Biologia, cujos conteúdos são, em geral, considerados difíceis de serem compreendidos.

A primeira analogia foi considerada do tipo enriquecida, apesar dos autores terem promovido uma discussão quase que insignificante sobre as relações existentes entre os conceitos trabalhados. As outras duas, sendo do tipo simples, não apresentam qualquer referência a esse critério. O livro não explora os aspectos existentes nos atributos do conceito análogo que contribuem para o entendimento do conceito alvo.

Em outras palavras, os autores não destacam a relação entre os atributos similares e nem utilizam um outro análogo para familiarizar o leitor com o conceito alvo.

Em se tratando de mapeamento, a primeira analogia o apresenta, mas de forma muito atrofiado. Por outro lado, as duas outras analogias se apresentam altamente deficientes nesse critério, pois seus textos não discutem e nem mostram as similaridades e diferenças existentes entre os conceitos análogo e alvo trabalhados. Isso mostra que o livro não explorou adequadamente as potencialidades desses instrumentos, o que pode significar dificuldades no entendimento dos alunos.

Em nenhuma das analogias, os autores discutem as limitações relacionadas aos seus usos. A ausência dessas discussões possibilita interpretações equivocadas pelos leitores, o que pode tornar a compreensão dos conceitos alvo difícil ou distorcida. No entanto, o enriquecimento, o mapeamento e as limitações dessas analogias podem ser explorados pelo professor que adotar esse livro e utilizá-las em sala de aula. Para isso, é necessário que o docente faça um estudo e um planejamento prévios, de modo a garantir o sucesso no uso desses instrumentos.

Na terceira analogia, os autores evocam o uso da imaginação do leitor para o entendimento do texto que a apresenta. Isso nos leva ao questionamento: e se o aluno não conhece o conceito análogo, poderá ele entender o conceito alvo? Destacamos aqui uma certa precariedade na escolha dessa analogia, já que para atingir seus objetivos de modo satisfatório, é impreterível que o conceito análogo seja bem familiar ao aprendiz.

Por fim destacamos que, a partir desse estudo, fica evidente a necessidade de fomentar, nos cursos de formação de professores, discussões sobre a escolha do livro didático a ser adotado pelos futuros docentes e o uso adequado de analogias, as quais estão muito presentes nos livros da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essas discussões podem contribuir para um melhor desempenho desses profissionais, tornando o aprendizado dos conteúdos da Química, da Física e da Biologia menos complicado para os estudantes.

REFERÊNCIAS

BOZELLI, Cátia Fernanda; NARDI, Roberto. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 1-17, set./dez. 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4045/2609>. Acesso em: 01 maio 2020.

DUIT, Reinders. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, Nova York, v. 75, n. 6, p. 649–672, nov. 1991. Disponível em: https://www.researchgate.net/journal/1098-237X_Science_Education. Acesso em: 10 mar 2018.

FRANÇA, Antônia Mayra de Moraes. Estudo das analogias presentes nos volumes 1 e 2 da coleção ‘Ser Protagonista – Química’. 2017. 59 f. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Química), Universidade estadual do Ceará, Crateús, 2017.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio 2007. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, mar. 2009. Disponível em: http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318350.pdf. Acesso em: 01 jan. 2018.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto; FRANCISCO, Welington; OLIVEIRA, Ana Carolina Garcia de. Analogias em livros de química geral destinados ao ensino superior. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 131-137, set - dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epcc/v14n3/1983-2117-epcc-14-03-00131.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

GONÇALVES, Josué Martins; JULIÃO, Murilo Sérgio da Silva. Analogias em livros didáticos destinados ao ensino superior: química orgânica versus físico-química. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, RS, v. 21, n. 3, p. 92-108, dez. 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/256>. Acesso em: 16 abr. 2020.

MALHEIROS, Bruno Taranto. Metodologia da pesquisa em educação. 2. ed. LTC: Rio de Janeiro, 2011. 256 p.

MÓL, Gerson de Sousa. O uso de analogias no ensino de química. 1999, 198 f. Tese (Doutorado em Química), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999.

MONTEIRO, Ivone Garcia; JUSTI, Rosária S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/650/441>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MUNAKATA, Kazumi. Livro didático como indício da cultura escolar. *História da Educação*, Porto Alegre, v. 20, n. 50, p. 119-138, dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/heduc/v20n50/2236-3459-heduc-20-50-00119.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

OLIVEIRA, H. R. Argumentação no ensino de ciências: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento. 130 f. Dissertação (mestrado em educação) – Universidade Federal de Juiz de Fora. 2012.

THIELE, Rodney B.; TREAGUST, David F. The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, Amsterdam, NLD, v. 22, n. 1, p. 61-74, jan. 1994. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00889523>. Acesso em: 09 ago 2019.



ZAMBONI, André; BEZERRA, Lia Monguilhott. Ser protagonista - ciências da natureza e suas tecnologias: composição e estrutura dos corpos. São Paulo: Edições SM, 2020, 260 p.

APÊNDICE

Quadro 1 – Classificação das analogias encontradas no livro ‘Composição e estrutura dos corpos’ da coleção ‘Ser protagonista: Ciências da Natureza e suas Tecnologias’

Nº analogia	Capítulo	Conteúdo	Conceitos (análogo-alvo)	Relação analógica	Apresentação	Nível de abstração	Posição	Nível de enriquecimento	Mapeamento	Pré-tópicos	Limitações
1	1	Precisão, exatidão e erros	Distribuição de dardos lançados contra um alvo – Precisão e exatidão	Estrutural	Ilustrativo/ Verbal	Concreto/ Abstrato	Depois	Enriquecida	Sim	Não	Não
2	3	Dualidade onda-partícula	Padrões de interferência de uma onda eletromagnética - Padrões de distribuição de esferas lançadas em experimento de dupla fenda	Estrutural/ Funcional	Ilustrativo/ Verbal	Concreto/ Concreto	Depois	Simples	Não	Sim	Não
3	4	Radioatividade	Uma garrafa de champagne que quando agitada lança sua rolha - um núcleo atômico instável	Funcional	Verbal	Concreto/ Abstrato	Depois	Simples	Não	Sim	Não

Fonte: Autores.