

# **Analogias sobre células nos livros didáticos de Biologia PNLD: uma abordagem comparativa**

## **Cell analogies in PNLD Biology textbooks: a comparative approach**

**Iago Taveira Oliveira**

Centro Educacional 06 – Taguatinga - DF  
iago.gross@gmail.com

**Carla Medeiros Y Araujo**

Universidade de Brasília – Brasília - DF  
yaraújo@unb.br

### **Resumo**

Este trabalho, vinculado ao tema de pesquisa o uso de analogias no ensino de Biologia, buscou realizar uma comparação entre duas coleções de livros didáticos de Biologia, PNLD 2015 e 2018, no tocante às analogias relacionadas ao ensino da célula. No intuito de verificar a permanência, exclusão e/ou inclusão, assim como a preferência por determinadas analogias, fez-se uma análise da coleção Biologia PNLD 2018 e comparação com os dados previamente obtidos nas obras PNLD 2015. Deste modo, verificou-se que entre os triênios 2015 e 2018 deu-se uma redução do quantitativo de analogias relacionadas ao conteúdo celular, sendo que as analogias remanescentes foram, em sua maioria, repetidas nas duas coleções. Nelas, as mesmas analogias e conceitos-alvo foram os mais frequentes, supondo-se que fatores históricos influenciem a permanência desses conjuntos ao longo das coleções.

**Palavras-chave:** analogias, célula, Biologia, PNLD

### **Abstract**

This work, linked to the research topic the use of analogies in the Biology teaching, sought to perform a comparison between two collections of Biology textbooks, PNLD 2015 and 2018, regarding the analogies related to cell teaching. To verify the permanence, exclusion and/or inclusion, as well as the preference for certain analogies, an analysis was made of the Biology PNLD 2018 and comparison with data previously obtained in the PNLD 2015 research. It was detected a reduction in the number of analogies related to cell content, and the remaining analogies were mostly repeated in the two collections. In both collections, the same analogies and target concepts were the most frequent, assuming that historical factors could influence the permanence of these sets throughout Biology PNLD collections of textbooks.

**Key words:** analogies, cell, Biology, PNLD

## Introdução

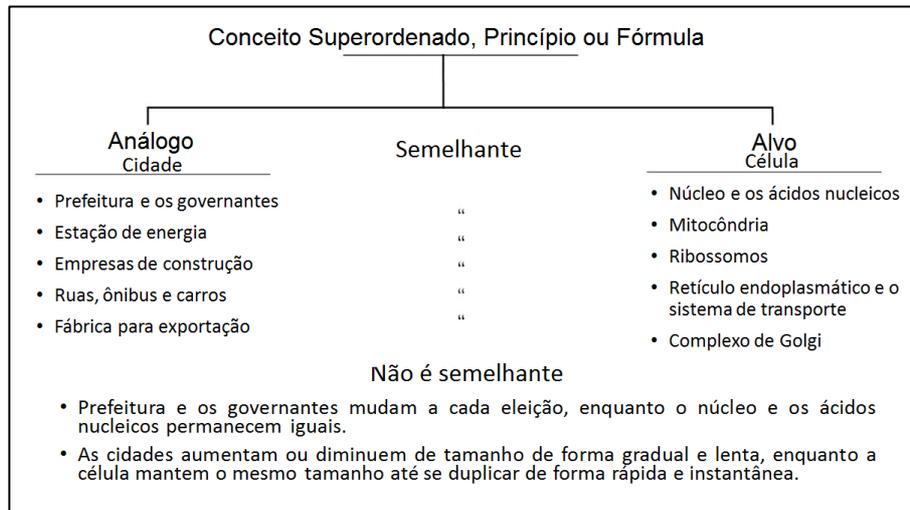
Este trabalho fez parte de uma pesquisa mais abrangente realizada no âmbito de um Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (OLIVEIRA, 2019) e está vinculado ao tema de pesquisa intitulado o uso de analogias no ensino de Biologia. No intuito de subsidiar a pesquisa principal, este trabalho comparativo visou verificar se as analogias referentes ao ensino da célula presentes nos livros didáticos de Biologia PNLD 2015 reapareceram no PNLD 2018. Tal objetivo relacionou-se com uma série de questões de pesquisa: as analogias se repetem *ipsis litteris*? As analogias modificam-se de uma coleção para outra? Quais analogias são as mais frequentes nas duas coleções? Quais as razões para a repetição, se percebida, de determinadas analogias? Quais os conceitos biológicos mais abordados por meio de analogias para o ensino da célula nas duas coleções? As respostas para tais questionamentos podem subsidiar o desenvolvimento de materiais instrucionais que orientem, de forma apropriada, o uso de analogias no ensino da célula em sala de aula. Também, esta pesquisa pretendeu dar continuidade a uma série de análises a serem efetivadas nas coleções de Biologia PNLD que possam traçar um panorama histórico do uso de analogias relacionadas ao ensino da célula, possibilitando futuras reflexões sobre a diversidade de análogos e conceitos-alvo sobre o tema ao longo das coleções PNLD.

## Fundamentação teórica

Analogias e metáforas são formas de expressar algo desconhecido ou complexo através da comparação com algo mais simples e familiar (AUBUSSON *et al.* 2006). Tudo aquilo que é familiar será denominado de análogo e aquilo que é complexo ou pouco conhecido é denominado de alvo. Assim, uma analogia possibilita a compreensão de algo desconhecido (alvo) através da comparação entre as similaridades com algo cotidiano (análogo), esse processo cria então um modelo analógico (DUIT, 1991).

Cientistas e professores das Ciências da Natureza fazem uso do raciocínio analógico para facilitar a compreensão de conceitos científicos ou estruturas abstratas (HARRISON; TREAGUST, 2006). As analogias podem auxiliar a compreensão de conceitos científicos pois se beneficiam do conhecimento prévio dos estudantes para a compreensão de novos conteúdos (GLYNN, 1991) e possibilitam a visualização de estruturas abstratas e pouco tangíveis (DUIT, 1991). O processo de identificar as características entre um domínio alvo e análogo é denominado de mapeamento. Um exemplo de mapeamento, baseado em Harrison e Treagust (2006), é mostrado na figura 1.

**Figura 1:** Analogia relacionando uma cidade com uma célula para explicar as funções das organelas



Fonte: Própria do autor; Harrinson e Treagust (2006).

Mesmo apresentando diversos benefícios, analogias podem induzir o destinatário a criar concepções alternativas quando o análogo é visto como igual ao alvo sem o reconhecimento dos limites da comparação (HARRISON; TREAGUST, 2006). Essas concepções alternativas mostram como as analogias quando manuseadas de forma errada ou despreparada podem trazer muitos prejuízos para a compreensão de estudantes (MOZZER; JUSTI, 2015).

No ensino de Ciências, as analogias estão presentes em vários momentos e são utilizadas de forma recorrente (MOZZER; JUSTI, 2015). Por exemplo, na Biologia Celular por ser muitas vezes abstrata ou pouco visível, o uso de analogias chega a ser involuntário por professores universitários e pesquisadores no momento de suas explicações (TRUJILLO *et al.* 2015, 2016). Outros estudos reforçam como analogias podem auxiliar docentes no ensino de conceitos celulares por meio de fábulas, modelos e comparações (GRADY; JEANPIERRE, 2011; WOODY; HIMELBLAU, 2014; GARDNER, 2016; PARKER, 2016). Uma variedade de estudos revelou como analogias são utilizadas em livros didáticos de Ciências (CURTIS; REIGELUTH, 1984; MONTEIRO; JUSTI, 2000; DIKMENLI, 2015; ARAUJO; GUIMARÃES, 2017). Esses diferentes trabalhos mostraram que as analogias são recorrentemente empregadas pelos autores com intuito de facilitar a explicação, entretanto, em muitos deles, as analogias aparecem sem explicações complementares, podendo levar os leitores à criação de concepções alternativas.

No Brasil, Araujo e Guimarães (2017) analisaram as analogias relacionadas aos conteúdos de Biologia Celular e Genética em nove coleções de Biologia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015. Foi encontrado, pelas autoras, um total de 269 analogias, sendo a grande maioria utilizada sem a delimitação dos limites do domínio análogo. Além disso, foi percebido o uso repetitivo de algumas analogias como a comparação entre a estrutura do DNA com uma escada em espiral, a especificidade entre substrato e enzima comparada ao encaixe de uma chave em uma fechadura e a relação entre a função da molécula de ATP com a de uma moeda. Como revelado anteriormente, o presente trabalho busca dar continuidade à pesquisa de Araujo e Guimarães (2017), comparando-a com os dados obtidos nas coleções de livros didáticos de Biologia PNLD 2018.

## Metodologia

Esse trabalho visou verificar se as analogias de Biologia celular presentes nos livros didáticos de Biologia do PNLD 2015 reaparecem nos pertencentes ao PNLD 2018, verificando quais analogias e conceitos-alvo são os mais frequentes. Para isso, foram selecionadas as mesmas obras e capítulos analisados por Araujo e Guimarães (2017), levando em consideração as mudanças que ocorreram nos livros das distintas edições. Ao seguir as mesmas diretrizes da pesquisa efetuada pelas autoras, as coleções foram codificadas de A a I. Para representar os volumes, foi utilizado a letra V junto ao número correspondente. O código LT correspondeu ao livro texto e MP, para manual do professor. Assim, o código BV1LT corresponde ao volume 1 do livro texto da coleção B que é Bizzo (2016). O quadro 1 elenca as obras selecionadas, com seus respectivos códigos e capítulos ou unidades analisadas.

**Quadro 1:** Livros didáticos de Biologia do PNLD 2018 analisados

Código da obra	Título da obra	Autores	Editora	Capítulos analisados
AV1LT - AV1MP	Biologia	Mendonça (2016)	AJS	1 e 7 a 10
BV1LT- BV1MP BV3LT- BV3MP	Novas Bases da Biologia	Bizzo (2016)	IBEP	Vol. 1: 2 a 6 Vol. 3: 6
CV1LT -CV1MP	Ser Protagonista	Catani et al. (2016)	SM	2 a 11
DV1LT - DV1MP	Biologia unidade e diversidade	Favaretto (2016)	FTD	1 a 6, 9 e 10
EV1LT- EV1MP	Biologia Moderna	Amabis e Martho (2016)	Moderna	3 a 9
FV1LT -FV1MP FV3LT- FV3MP	Biologia	Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior (2016)	Saraiva educação	Vol. 1: 1 a 4, 12 a 17 Vol. 3: 1 a 3
GV1LT- GV1MP	Biologia Hoje	Linhares, Gewandsznajder e Pacca (2016)	Ática	3 a 11
HV1LT - HV1MP HV2LT - HV2MP	Conexões com a Biologia	Thompson e Rios (2016)	Moderna	Vol. 1: Unidades 7 e 8 Vol. 2: Unidade 5
IV1LT - IV1MP IV3LT - IV3MP	Bio	Lopes e Rosso (2016)	Saraiva educação	Vol. 1: 8 a 12 Vol. 3: 5

Fonte: Própria do autor

Entre os PNLD Biologia 2015 e 2018 houve algumas mudanças, começando pelo número de obras adotadas. Em 2015, havia nove obras e em 2018 foram dez, com a adição da obra de Ogo e Godoy (2016), que não foi incluída neste estudo. Todas as nove coleções analisadas por Araujo e Guimarães (2017) continuaram a ser adotadas pelo PNLD 2018, o que permitiu o estudo comparativo entre as coleções dos distintos triênios. As nove coleções analisadas apresentaram algumas mudanças como a organização dos capítulos, autores que fizeram parte da obra, editora e nome do título. Mesmo com as mudanças entre as coleções foi possível realizar a verificação das analogias, pois as estruturas principais dos livros foram pouco modificadas. Para a análise dos novos livros foi feita a leitura na íntegra dos capítulos selecionados tanto do livro texto como do manual do professor. O manual do professor consiste em uma parte extra do livro didático voltado aos professores que inclui orientações pedagógicas, materiais didáticos extra e recursos didáticos que auxiliam os educadores no dia a dia da sala de aula, tendo como apoio o livro didático. Este manual é posicionado ao final de

cada obra e assim formando o volume completo. Na codificação utilizada por Araujo e Guimarães (2017), seguida nesta pesquisa, ao utilizar a sigla MP está-se indicando o apêndice que compõe o livro didático na versão para o professor.

Para a análise das analogias foram utilizados, com a anuência das pesquisadoras, os dados brutos do trabalho de pesquisa de Araujo e Guimarães (2017). As analogias encontradas nos livros foram classificadas em distintas categorias: **repetidas** - quando presentes no PNLD 2015 e 2018; **novas** - quando não presentes nas coleções anteriores; **retiradas** - quando não detectadas na nova coleção, e **modificadas** - quando alteradas de uma coleção para a outra. Foram listadas e contabilizadas todas as analogias com intuito de verificar quais foram as mais utilizadas pelos autores das obras do PNLD 2018.

As analogias também foram analisadas quanto a sua disposição nas distintas partes dos livros, sendo classificadas em: **questões** - quando a analogia apareceu em questões; **textos-extra** - quando se encontraram em boxes e textos complementares; **imagens e legendas** - quando uma imagem era analógica ou sua legenda continha uma analogia; e **texto principal** que correspondeu a sua presença no texto principal do capítulo.

## Resultados e Discussão

Após a leitura e análise dos capítulos das nove coleções de Biologia do PNLD 2018 foram encontradas 234 analogias. A partir dos dados brutos de Araujo e Guimarães (2017), as analogias foram subdivididas nas quatro categorias adotadas nesta pesquisa: 76 analogias retiradas no PNLD 2018; sete sofreram modificações, sendo denominadas modificadas; 186 foram repetidas e 41 foram classificadas como novas no PNLD 2018. O PNLD 2015 continha 269 analogias de Biologia Celular (ARAUJO; GUIMARÃES, 2017), ou seja, deu-se uma redução de 35 analogias no PNLD 2018. A distribuição dessas analogias pelas obras é apresentada no quadro 2.

**Quadro 2:** Quantidade e identificação de analogias por obra do PNLD Biologia 2018 em comparação ao PNLD Biologia 2015

CÓDIGOS OBRAS	ANALOGIAS RETIRADAS RT	ANALOGIAS MODIFICADAS M	ANALOGIAS NOVAS N	ANALOGIAS REPETIDAS RP	SOMATÓRIA POR OBRA M +N+ RP	SUBTOTAL POR COLEÇÃO
AV1LT	1	0	1	9	10	12
AV1MP	0	0	1	1	2	
BV1LT	1	0	1	19	20	24
BV1MP	0	0	1	1	2	
BV3LT	0	0	1	0	1	
BV3MP	0	0	1	0	1	
CV1LT	4	1	7	10	18	20
CV1MP	0	0	1	1	2	

Fonte: Própria do autor.

**Quadro 2:** Quantidade e identificação de analogias por obra do PNLD Biologia 2018 em comparação ao PNLD Biologia 2015 (cont.)

CÓDIGOS OBRAS	ANALOGIAS RETIRADAS RT	ANALOGIAS MODIFICADAS M	ANALOGIAS NOVAS N	ANALOGIAS REPETIDAS RP	SOMATÓRIA POR OBRA M +N+ RP	SUBTOTAL POR COLEÇÃO
DV1LT	11	0	5	14	19	24
DV1MP	1	0	4	1	5	
EV1LT	23	5	5	30	40	46
EV1MP	0	0	0	6	6	
FV1LT	9	1	3	31	35	61
FV1MP	4	0	1	11	12	
FV3LT	7	0	1	11	12	
FV3MP	0	0	1	1	2	
GV1LT	5	0	1	21	22	26
GV1MP	1	0	1	3	4	
HV1LT	4	0	0	2	2	5
HV1MP	2	0	0	2	2	
HV2LT	0	0	0	1	1	
HV2MP	0	0	0	0	0	
IV1LT	3	0	3	6	9	16
IV1MP	0	0	0	2	2	
IV3LT	0	0	2	3	5	
IV3MP	0	0	0	0	0	
Total	76	7	41	186	234	

Fonte: Própria do autor.

Os capítulos analisados dos livros EV1LT, com 40, e FV1LT, com 35, apresentaram o maior número de analogias – similar ao PNLD 2015. Os livros HV2MP e IV3MP não apresentaram nenhuma analogia, também como observado nas coleções anteriores. Semelhante ao triênio de 2015, a coleção de Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior (2016) foi a que apresentou o maior número de analogias, com 61, enquanto a coleção de Thompson e Rios (2016) apresentou o menor número de analogias – com cinco.

Mesmo com as mudanças entre as coleções a maior parte das analogias foi repetida nos novos livros, assim, a proporção das analogias adotadas em cada livro também se manteve. A coleção de Amabis e Martho (2016) foi a que mais apresentou alterações estruturais, com a junção de todo o conteúdo de Biologia Celular em um único volume, o que pode explicar o livro EV1LT continuar a ser o com mais analogias. Um número muito reduzido de analogias foi modificado, com cinco delas concentradas no livro EV1LT. Outro ponto importante é a repetição da maioria das analogias nas coleções, aproximadamente 70% do total.

No PNLD 2018 foram encontradas 29 analogias em questões, 33 em textos-extra, 21 em imagens e legendas e 151 nos textos principais dos capítulos analisados. A distribuição dessas analogias nas obras é compartilhada no Quadro 3.

**Quadro 3:** Distribuição e mudanças das analogias nas distintas partes dos capítulos das obras analisadas do PNLD Biologia 2018

Distribuição das analogias nas distintas partes dos capítulos das obras analisadas do PNLD Biologia 2018			
QUESTÕES	TEXTOS- EXTRA	IMAGENS/LEGENDAS	TEXTOS PRINCIPAIS
29	33	21	151
Distribuição das analogias retiradas do PNLD Biologia 2018 em comparação às obras do PNLD Biologia 2015			
QUESTÕES	TEXTOS- EXTRA	IMAGENS/LEGENDAS	TEXTOS PRINCIPAIS
19	24	6	27
Distribuição das analogias novas nas distintas partes dos capítulos das obras analisadas do PNLD Biologia 2018			
QUESTÕES	TEXTOS- EXTRA	IMAGENS/LEGENDAS	TEXTOS PRINCIPAIS
11	10	5	15

Fonte: Própria do autor.

O quadro 3 mostra uma maior quantidade de analogias nos textos principais dos capítulos dos livros PNLD 2018, enquanto questões, textos-extra e imagens apresentam uma quantidade similar entre si. Essa preponderância das analogias nos textos principais pode ser explicada pelo fato da maior parte de cada capítulo ser composta pelo texto principal, como também, devido a função explicativa das analogias. Essas são adotadas nos textos principais com intuito de facilitar a explicação dos novos conceitos científicos, ao passo que questões, textos-extra e imagens, não necessariamente objetivam a explicação de conceitos (DUI, 1991; HARRISON; TREGUST, 2006).

As analogias retiradas no PNLD 2018 também foram analisadas quanto a sua distribuição nas distintas partes dos capítulos dos livros didáticos do PNLD 2015. O quadro 3 mostra que aproximadamente 56% das analogias retiradas estavam presentes em questões e textos-extra, enquanto cerca de 35% localizavam-se nos textos principais.

As analogias novas das coleções de Biologia de 2018 foram analisadas quanto a sua distribuição ao longo das distintas porções dos livros do professor. Aproximadamente 51% das analogias novas foram detectadas em textos-extra e questões e, em torno, de 36% foram inseridas nos textos principais.

O quadro 3 mostra que aproximadamente 64 % das analogias do PNLD 2018 estão nos textos principais dos capítulos, e cerca de 26% estão na forma de questões ou em textos-extra. Mesmo com essas proporções presentes nos livros do PNLD 2018, o quadro 3 revela que aproximadamente 56 % e 51%, respectivamente, das analogias retiradas e novas estão na forma

de questões e em textos-extra, enquanto 35% e 36%, respectivamente, estão nos textos principais. Uma possível explicação para as analogias novas e retiradas ocorrerem preponderantemente em questões e textos-extra pode estar relacionada ao fato de que a maior parte das mudanças que ocorreram nas coleções de uma edição para outra foi por meio da atualização de novas questões e a mudança dos textos complementares, ao passo que os textos principais apresentaram poucas alterações. Porém, tal inferência deverá ser averiguada por meio de uma pesquisa específica complementar.

Foi realizada a contagem dos diferentes tipos de analogias do PNLD 2018 e foram listados 136 tipos diferentes de analogias dispersas entre as nove coleções analisadas. Todas as coleções apresentaram pelo menos uma analogia inédita e houve a repetição de algumas analogias. As quatro analogias mais frequentes foram: a comparação da especificidade entre enzimas e substratos com a chave/fechadura, utilizada 19 vezes; a estrutura do DNA comparada a uma escada em espiral, utilizada 17 vezes; a mitocôndria como uma usina de energia, encontrada nove vezes; e a adenosina trifosfato (ATP) como uma moeda, oito vezes. Essas quatro comparações juntas corresponderam aproximadamente a 23% do total das analogias, relacionadas ao conteúdo de Biologia Celular, encontradas nos livros. Além do total de vezes em que apareceram, as analogias relacionadas ao DNA e à enzima/substrato estavam presentes em oito coleções; ao ATP, em cinco coleções e à mitocôndria, em quatro coleções.

Como no trabalho de Araujo e Guimarães (2017), a analogia DNA/escada, a relação de especificidade entre enzima/substrato como chave/fechadura, e ATP como moeda continuam entre as mais frequentes nos livros didáticos de Biologia PNLD 2018 no tocante ao conteúdo da célula. Além dessas três, nesse triênio também foi observado o uso recorrente, por alguns autores, da comparação da mitocôndria e da ATP sintase (complexo enzimático mitocondrial responsável pela produção de ATP) com uma usina de energia e o gerador de energia.

Uma possível explicação para a aparição recorrente dessas quatro analogias pode estar associada ao seu uso histórico e tradicional. Nessa perspectiva, cabe lembrar que o cientista James Watson, um dos responsáveis pela formulação da estrutura da molécula de DNA, em seu livro “A dupla hélice”, descreveu a estrutura da molécula como uma escada em espiral (WATSON, 1962). Curtis e Reigeluth (1984) identificaram, em trabalho de pesquisa considerado referência para a análise de analogias em livros didáticos estadunidenses, a presença da analogia da escada com o DNA.

As analogias do ATP/moeda e mitocôndria/usina estão presentes no livro “Biologia Molecular da Célula” (Alberts et al., 2017), uma fonte bibliográfica influente no conteúdo de Biologia Celular, sendo uma das referências bibliográficas utilizadas pelos autores dos livros do PNLD. Trujillo, Anderson e Pelaez (2015) observaram que pesquisadores especialistas na área de Biologia Celular utilizavam analogias espontaneamente durante suas explanações e Trujillo, Anderson e Pelaez (2016) relacionaram esse uso como próprio do repertório de explicações efetuadas por biólogos. A razão para a existência deste repertório entre os professores de Biologia pode estar nas referências utilizadas no transcorrer da formação desses profissionais.

Nelson e Cox (2014) descreveram o processo histórico de construção do conhecimento sobre o funcionamento das enzimas e relataram que Emil Fischer em 1984, a partir de suas descobertas, postulou que as estruturas das enzimas seriam complementares aos seus substratos, como uma chave e fechadura. Posteriormente, com os avanços e descobertas na área, compreende-se hoje que essa analogia não explica com perfeição o real funcionamento de uma enzima. Porém, como já relatado, tal analogia permaneceu nos livros de Biologia PNLD 2018. Essa permanência deve-se ao fato de o programa levar em consideração, na área da Biologia, a compreensão e o

reconhecimento da História da Ciência como algo benéfico para o ensino de Biologia. No guia que auxilia os professores da rede pública de ensino no momento de seleção dos livros de Biologia PNLD 2018 tem-se o seguinte:

Compreender essa historicidade ajuda a identificar conceitos e modelos que não são mais considerados cientificamente válidos, mas que já tiveram função importante tanto no campo científico quanto na Didática das Ciências, tendo sido ‘abandonados’ em meio a constantes processos de revisão conceitual. Assim, mais do que representar ‘erros’, tais conceitos e modelos podem ser compreendidos como exemplos da natureza revisionista das ciências e de como se avança a partir da crítica de ideias pré-existentes. Como exemplo dessa questão, podemos destacar o modelo de ação enzimática denominado “chave-fechadura”, que foi muito utilizado, na Ciência e no ensino, para explicar as interações moleculares entre enzimas e substratos. (BRASIL, 2017, p. 18).

A maioria das analogias listadas a partir deste trabalho de pesquisa apareceu apenas uma única vez nas coleções PNLD 2018. Ao analisar os conceitos presentes nas analogias foi observada a prevalência de alguns tópicos como a molécula de DNA que é abordada em 15 analogias diferentes para explicar a sua estrutura e função. Outros conteúdos também foram abordados por diferentes analogias como o conceito de proteína, com nove analogias; as células e a membrana plasmática, cada uma com oito analogias diferentes; e a mitocôndria e suas partes constituintes, com cinco analogias diferentes.

Alguns desses alvos, como DNA, enzimas e células, foram encontrados em outra coleção na forma de analogias por Dikmenli (2015) em livro de Biologia da Turquia. Trabalhos como os de Grady e Jeanpierre (2011), Woody e Himelblau (2014), Gardner (2016) e Parker (2016) também criaram analogias com intuito de explicar os conceitos de células e organelas, proteínas e DNA. Portanto, foi observado a prevalência desses conteúdos em outros livros didáticos e na literatura específica sobre analogias, tornando assim necessária a realização de outro tipo de pesquisa para a melhor compreensão da preferência por conteúdos específicos, como o DNA.

Outro ponto observado foi a presença de análogos repetidos para distintos alvos, como o análogo cidade que é utilizado tanto para explicar a estrutura da célula quanto para o sistema de classificação dos seres vivos. Outros exemplos são a moeda, para comparar tanto a estrutura do tilacóide como a função do ATP; o alfabeto, para explicar a função e estrutura dos ácidos nucleicos e das proteínas; a pilha elétrica, análogo utilizado tanto para o ATP como para mitocôndria; e combustível, relacionando-o com as funções dos carboidratos e com as dos ácidos graxos.

A presença de análogos repetidos para explicar diferentes conceitos científicos revela a variedade de formas que as analogias podem ter. Entretanto, se em um mesmo livro didático o análogo moeda for utilizado para explicar a estrutura dos tilacoides e, em seguida, para abordar a função do ATP, como ocorreu nas coleções de Mendonça (2016) e Amabis e Martho (2016), poderia induzir o estudante a criar concepções alternativas dos dois conceitos celulares. Esses análogos (cidade, alfabeto, moeda, pilha e combustível), de fato, fazem parte do cotidiano dos estudantes, o que pode ser uma das razões para a utilização frequente pelos autores.

## Conclusões e implicações

Ao se comparar as coleções de livros didáticos de Biologia PNLD, verificou-se que entre os triênios 2015 e 2018 deu-se uma redução do quantitativo de analogias relacionadas ao ensino da célula, sendo que as analogias remanescentes foram, em grande maioria, repetidas nas duas coleções. Assim como no triênio PNLD 2015, as analogias e conceitos-alvo mais frequentes no PNLD Biologia 2018 para o tema célula foram: enzima/substrato e chave/fechadura; estrutura molecular do DNA e escada em espiral; função do ATP e função da moeda corrente. Supõe-se que a maior frequência dessas analogias e conceitos-alvo nas duas coleções esteja relacionada com fatores históricos que precisam ser mais explorados por meio de pesquisas complementares. Outro aspecto possível de ser investigado é se essas quatro analogias mais comuns continuam a aparecer nas novas coleções do PNLD 2022 que foram reformuladas de acordo com a Base Nacional Comum Curricular. Nessas novas coleções os conceitos alvos continuam presentes, possibilitando o repetido uso pelos autores.

## Referências

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, K.; WALTER, P.; WILSON, J.; HUNT, P. *Biologia molecular da célula*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- AMABIS, J., M.; MARTHO G., R. *Biologia moderna*. São Paulo: Moderna, 2016.
- ARAUJO, C. M.; GUIMARÃES, Z. F. S. Analogias no ensino da célula: análise de livros didáticos de biologia adotados pelo Plano Nacional do Livro Didático 2015 no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10., 2017, Sevilla. Anais [...]. Sevilla, 2017. p. 1295–1302.
- AUBUSSON, P.J.; HARRISON, A.G.; RITCHIE, S.M. Metaphor and Analogy: Serious thought in science education. In: AUBUSSON, P.J.; HARRISON, A.G.; RITCHIE, S.M. (org.). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Dordrecht: Springer, 2006, p.1-9.
- BIZZO, N. *Biologia: Novas Bases*. São Paulo: IBEP, 2016.
- BRASIL. *Guia de livros didáticos: PNLD 2018. Biologia: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.
- CATANI, A. et al. *Ser Protagonista: Biologia*. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. *Instructional Science*, v. 13, n. 2, p. 99-117, 1984.
- DIKMENLI, M. A study on analogies used in new ninth grade biology textbook. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, v. 16, n. 1, p. 1–20, 2015.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, v. 75, n. 6, p. 649–672, 1991.
- FAVARETTO, J., A. *Biologia: unidade e diversidade*. São Paulo: FTD, 2016.
- GARDNER, R. D. Teaching Biology with Extended Analogies. *The American Biology Teacher*, v. 78, n. 6, p. 512–515, 2016.

- GLYNN, S. M. The Teaching with Analogies Model. In: MUTH, D. (ed.) Children's comprehension of text. Newark: IRA, 1991, p. 185-204.
- GRADY, K.; JEANPIERRE, B. Population 75 trillion: cells, organelles, and their functions. *Science Scope*, v. 34, n. 5, p. 64–66, 2011.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching and Learning with Analogies: Friend or foe? In: AUBUSSON, P.J.; HARRISON, A.G.; RITCHIE, S.M. (Orgs.). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Dordrecht: Springer, 2006. p.11-24.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER F.; PACCA H. *Biologia Hoje*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- LOPES, S.; ROSSO, S. *Bio*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiro destinados ao ensino médio. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 5, p. 67-91, 2000.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- OLIVEIRA, I. T. Analogias em biologia celular presentes nos livros de biologia do PNL D 2018: uma proposta de ação para o professor. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- OGO, M., Y.; GODOY, L., P. *#contato Biologia*. São Paulo: Quinteto, 2016
- PARKER, M. Teaching Cell Biology through Stories: Marvels of the (Squabbling). *The American Biology Teacher*, v. 78, n. 9, p. 774-775, 2016.
- SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. *Biologia: ensino médio*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P. *Conexões com a Biologia*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- TRUJILLO, C. M.; ANDERSON, T. R.; PELAEZ, N. J. A model of how different biology experts explain molecular and cellular mechanisms. *CBE Life Sciences Education*, v. 14, n. 2, p. 1–13, 2015.
- TRUJILLO, C. M.; ANDERSON, T. R.; PELAEZ, N. J. Exploring the MACH model's potential as a metacognitive tool to help undergraduate students monitor their explanations of biological mechanisms. *CBE Life Sciences Education*, v. 15, n. 2, p. 1–16, 2016.
- WATSON, J. D. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*. London: Weidenfeld e Nicolson, 1968.
- WOODY, S.; HIMELBLAU, E. *Genetic analogies colorized edition*. Fevereiro, 2014.