

Análise estrutural de analogias e outras comparações em livros didáticos de Biologia

Structural analysis of analogies and other comparisons in Biology textbooks

Gláucia de Sousa Murta¹, Fátima de Cássia Oliveira Gomes, Ronaldo Luiz Nagem, Alexandre da Silva Ferry

Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG

¹glauciasmurta@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise estrutural de comparações, provavelmente tomadas por autores de livros didáticos de Biologia como sendo analogias, no contexto da Citologia. O objetivo é contribuir para a compreensão do uso de analogias e outras comparações em livros didáticos de Ciências. Adotamos como referencial a Teoria do Mapeamento Estrutural das analogias de Gentner e colaboradores. Fizemos a leitura integral dos capítulos e seções dedicadas ao nosso tema de interesse nas nove coleções de livros didáticos de Biologia aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático para o triênio 2015, 2016, 2017. Selecionamos e transcrevemos trechos dos livros que abordaram comparações envolvendo a estrutura das membranas plasmáticas. A partir dos trechos, mapeamos estruturalmente as comparações para identificar as correspondências estabelecidas pelos autores dos livros. Por meio do mapeamento estrutural pudemos responder como essas comparações podem ser caracterizadas à luz do nosso referencial teórico.

Palavras chave: analogias, livro didático, ensino de biologia, citologia

Abstract

This work presents a structural analysis of comparisons, probably taken by biology textbook authors as analogies, in the context of Cytology. We adopted as theoretical framework the Structural Mapping Theory of the analogies of Gentner. We have read the chapters and sections dedicated to our topic of interest in the nine collections of Biology textbooks approved by the National Program of Didactic Book for the triennium 2015, 2016, 2017. We selected and transcribed portions of the books that dealt with comparisons involving the plasmatic membrane structure. From the excerpts, we mapped structurally the comparisons to identify the correspondences established by the authors of the textbooks. Through the structural mapping we could answer how these comparisons can be characterized in the light of our theoretical framework.

Key words: analogies, textbook, Biology teaching, cytology

Introdução

Embora as analogias sejam amplamente empregadas no ensino de Ciências, uma quantidade significativa de trabalhos nesse campo de estudos revela que, geralmente, os professores utilizam esses recursos de mediação de modo espontâneo e pouco reflexivo (FERRY, 2016). Semelhantemente, autores de livros didáticos de Ciências empregam analogias com frequência para apresentar conceitos científicos demasiadamente complexos e abstratos.

O presente trabalho é parte de uma pesquisa de mestrado que investiga comparações encontradas em livros didáticos de Biologia adotados pelo Plano Nacional do Livro Didático de 2015 (BRASIL, 2013), sobre o tópico Citologia. Essa pesquisa tem adotado como referencial a Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (1983). O estudo propõe discutir quais as potencialidades e implicações do uso dessas comparações em livros didáticos dessa disciplina.

De acordo com Pedrosa *et al* (2007), é comum professores e autores de livros utilizarem as analogias como recurso didático, porém, o modo como são abordadas nos dois casos é, muitas vezes, distinto. Segundo esses autores, enquanto o professor, no decorrer da construção da analogia, deve orientar e guiar o aluno a compreender a comparação entre o domínio base e o alvo, podendo fazer interferência e esclarecer o que não ficou compreendido, o “livro-texto representa um caso de linguagem escrita, que não apresenta nenhum mecanismo para avaliar o quanto os alunos compreenderam a analogia”. Um trabalho relevante sobre analogias e outras comparações foi realizado por Mozzer & Justi (2015) sobre o ensino de Ciências. Diante desse contexto, assumimos como objetivo contribuir para a compreensão do uso de analogias e outras comparações em livros didáticos de Ciências. Especificamente, dedicamo-nos a analisar comparações presentes em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, apresentadas no estudo da Citologia sobre o tema membrana plasmática. Pretendemos, portanto, responder a seguinte questão: *como podem ser caracterizadas comparações utilizadas por autores de livros didáticos de Biologia para apresentar conceitos científicos relacionados à estrutura das células?*

Analisamos as nove obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para o triênio 2015, 2016 e 2017, segundo o Edital de Convocação 01/2013 (BRASIL, 2013). O quadro 1 a seguir apresenta as obras aprovadas, com os respectivos códigos alfanuméricos que nós atribuímos, seguidos por título, autores, editoras, ano de publicação e edição.

| Código | Título | Autor(es) | Editora | Ano | Edição |
|--------|--------------------------------|---|---------|------|--------|
| LD1 | Bio | Sônia Lopes e Sérgio Rosso | Saraiva | 2013 | 2ª |
| LD2 | Biologia | César da Silva Júnior, Sezar Sasson e Nelson Caldini Júnior | Saraiva | 2013 | 11ª |
| LD3 | Biologia | Vivian L. Mendonça | AJS | 2013 | 2ª |
| LD4 | Biologia Hoje | Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder | Ática | 2014 | 2ª |
| LD5 | Biologia Unidade e Diversidade | José Arnaldo Favaretto | Saraiva | 2013 | 1ª |
| LD6 | Biologia em Contexto | José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho | Moderna | 2013 | 1ª |
| LD7 | Conexões com a Biologia | Vários autores. Organizadora: Editora Moderna | Moderna | 2013 | 1ª |
| LD8 | Novas Bases da Biologia | Nélio Bizzo | Ática | 2014 | 2ª |
| LD9 | Ser Protagonista | Vários autores. Organizadora Editora SM | SM | 2013 | 2ª |

Quadro 1 – Relação dos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD 2015.

Referencial teórico

Adotamos a Teoria do Mapeamento Estrutural proposta por Gentner (1983) como referencial teórico para análise das comparações nos livros didáticos. A partir desse referencial teórico, compreendemos que as comparações nos permitem estabelecer correspondências entre dois domínios de conhecimento: um domínio base que, sendo familiar, serve de fonte de conhecimento para a compreensão de outro domínio, considerado como alvo da comparação. De acordo com Gentner (1983), uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um mapeamento de similaridades entre relações existentes entre elementos, ou atributos desses elementos, pertencentes a cada um dos dois domínios comparados. Segundo o nosso referencial, além das analogias há outros dois tipos de comparação chamadas *similaridades de mera aparência* e *similaridades literais*. A distinção leva em consideração o tipo de correspondências estabelecidas entre os domínios base e

alvo. Nas similaridades de mera aparência, o foco da comparação é dado às correspondências entre atributos dos elementos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor, o tamanho – predicados descritivos). Nas similaridades literais, tanto os atributos dos elementos que constituem ambos os domínios quanto as relações existentes entre esses elementos são tomados como foco no estabelecimento da comparação. As analogias, segundo a autora, são comparações focadas nas relações em correspondência, e que por isso, apresentam um potencial cognitivo superior às comparações de mera aparência.

Em Gentner & Markman (1997) e Gentner *et al* (2001) encontramos outros dois tipos de comparação: as anomalias e as metáforas. As primeiras são as comparações nas quais o mapeamento das similaridades entre os dois domínios comparados não encontra correspondências, nem entre atributos dos elementos, tampouco entre as relações que os elementos exibem em cada domínio (FERRY, 2016, p. 51). As metáforas são comparações implícitas com supressão de conectivos (*como, tal qual, tal como*, etc) que evidenciam a comparação entre dois termos – A e B, tomados como imprópriamente semelhantes entre si. Nesse contexto, expressões construídas com termos impróprios ao domínio da Ciência, como “nuvem de elétrons” e “cabeça da molécula”, utilizadas para se referir aos termos científicos, podem ser compreendidas como expressões de caráter metafórico, por carregar uma comparação implícita entre dois diferentes domínios de conhecimento.

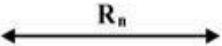
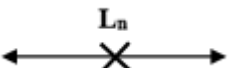
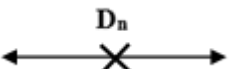
Metodologia

Inicialmente, realizamos a leitura dos capítulos e seções sobre Citologia dos livros aprovados pelo PNL D 2015, a fim de selecionar trechos que apresentassem comparações explícitas, potencialmente analógicas, e comparações implícitas, aparentemente metafóricas. Buscamos nos textos selecionados, trechos que sugeriam o estabelecimento de comparações, tanto as implícitas quanto as explícitas. Para tanto, consideramos os seguintes termos ou expressões como indicadores do estabelecimento de comparações: *analogia, analogicamente, “isso é como”, “semelhante a”, “similar a”, “assim como”, “isso é comparado a”, “pode ser comparado a”, “parece com”, “imagine que”, “aparentado”, “igualmente”, “da mesma maneira”, “do mesmo modo”,* entre outros termos equivalentes. Também encontramos palavras ou expressões entre aspas ou destacadas com negrito, itálico ou cores que, contextualmente, sugeriam o estabelecimento de comparações implícitas.

A partir da leitura minuciosa e exaustiva dos trechos selecionados, fizemos: (1º) a transcrição dos trechos com comparação; (2º) a identificação do domínio base (DB) e do domínio alvo (DA) de cada comparação; (3º) o agrupamento das comparações de acordo com a afinidade dos tópicos de conteúdo compreendidos como domínio alvo; (4º) a seleção das comparações com o DA referente a uma parte estrutural específica das células – a *membrana plasmática*; e (4º) o mapeamento estrutural dos elementos, atributos e relações, tanto no DB quanto no DA das comparações selecionadas.

Os mapeamentos estruturais das comparações selecionadas foram realizados conforme o padrão de representação das correspondências entre os domínios comparados construído por Ferry & Paula (2015) e modificado por Ferry (2016), apresentado no quadro 2.

| DOMÍNIO BASE | CORRESPONDÊNCIAS | DOMÍNIO ALVO |
|--|---|---|
| Elemento análogo | E_n ↔ | Elemento alvo |
| Um dos elementos que compõem o DB | <i>Correspondências entre elementos (E)</i> | Um dos elementos que compõem o DA |
| Atributos do elemento | A_n ↔ | Atributos do elemento |
| Predicados de um elemento do DB baseados em uma única característica | <i>Correspondências entre atributos (A)</i> | Predicados de um elemento do DA baseados em uma única característica |
| Relações de 1ª ordem | R_n ↔ | Relações de 1ª ordem |
| Relações entre dois ou mais elementos do DB ou entre suas | <i>Correspondências entre relações de menor</i> | Relações entre dois ou mais elementos do DA ou entre suas características |

| características | <i>complexidade (r)</i> | |
|--|---|--|
| Relações de ordem superior |  | Relações de ordem superior |
| Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB | <i>Correspondências entre relações de maior complexidade (R)</i> | Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA |
| Limitações |  | Limitações |
| Característica ou relação presente no DB que não se aplica ou que não pode ser transferida para o DA | <i>Correspondência de limitação (L)</i> | Característica ou relação presente no DA que não está representada no DB |
| Diferenças alinháveis |  | Diferenças alinháveis |
| Características ou relação do DB que são diferentes do DA | <i>Correspondência de diferença alinhável (D)</i> | Características ou relação presente no DA que são diferentes do DB |

Quadro 2 – Padrão de representação das correspondências no mapeamento estrutural de uma comparação.
 Fonte: Ferry & Paula (2015); Ferry (2016).

Utilizando esse padrão representacional, fizemos o alinhamento de todos os elementos, atributos e relações relevantes de cada domínio das comparações sobre a estrutura da membrana plasmática citadas nos trechos dos livros didáticos. Em seguida, levantamos as limitações e as diferenças alinháveis. Tivemos o cuidado de validar o mapeamento estrutural das comparações propostas por meio de uma verificação triangulada entre os autores deste trabalho.

Resultados e Discussão

Encontramos 23 comparações nos livros pesquisados referente ao citoplasma (membrana plasmática, organelas e composição). Dentre as comparações selecionadas, 14 eram relativas a composição do citoplasma, 2 sobre parede celular, 4 pertencente a tipos de células e apenas 3 relacionadas a estrutura da membrana plasmática. As três comparações a respeito da estrutura da membrana plasmática foram encontradas no LD1, LD2 e LD6, sendo uma em cada livro.

Apresentamos a seguir os trechos dos livros didáticos nos quais encontramos as três ocorrências de comparações envolvendo aspectos estruturais das membranas plasmáticas, seguidos por quadros que apresentam os mapeamentos estruturais dessas comparações.

1ª comparação – Trecho do LD1:

[...] “Uma característica interessante da molécula de sabão é que ela se assemelha à molécula de fosfolipídio no que se refere à estrutura: ela também apresenta uma cabeça hidrofílica e uma cauda hidrofóbica. Quando em água, as moléculas de sabão formam aglomerados esféricos chamados **micelas**, pois todas as extremidades hidrofílicas ficam em contato com a água e as hidrofóbicas ficam voltadas para dentro. Caso existam gotículas de gordura na água, as moléculas de sabão as envolvem de modo que fiquem com as caudas hidrofóbicas em contato com a gordura e as cabeças hidrofílicas voltadas para a água. [...]. Vamos pensar agora no que acontece em uma bolha de sabão. Cada bolha está envolta por ar e também contém ar em seu interior. Como as moléculas presentes no ar são principalmente hidrofóbicas, as moléculas de sabão arranjam-se de modo a formar uma membrana com duas camadas, assim como acontece com as membranas celulares. A diferença é que no caso da membrana da bolha, em cada uma das duas camadas, as caudas hidrofóbicas das moléculas de sabão ficam voltadas para o ar. Entre uma camada e outra há uma delicada película de água, para onde as cabeças hidrofílicas se voltam”. Uma vez formada a bolha, a tendência é a perda da água por evaporação. Como a água está protegida entre duas camadas que apresentam superfícies hidrofóbicas, a evaporação é mais lenta, mas acaba ocorrendo e a bolha se rompe.[...] A natureza fluida da membrana da bolha é evidenciada pelos fluxos coloridos e iridescentes. Quando falamos que a membrana plasmática é fluida, estamos nos referindo a processo semelhante. A fluidez da membrana celular resulta do fato de as moléculas de fosfolipídios se deslocarem com mais facilidade lateralmente do que transversalmente. (Págs. 215-216) (grifos nossos)

| DOMÍNIO BASE | CORRESPONDÊNCIAS | DOMÍNIO ALVO |
|---|-----------------------------------|---|
| Moléculas do tensoativo | E_1 ↔ | Moléculas do fosfolípido |
| Estrutura das moléculas do tensoativo | $A_1 (E_1)$ ↔ | Estrutura das moléculas dos fosfolípeos |
| “Cabeça” (grupo polar) das moléculas do tensoativo | E_2 ↔ | Grupo fosfato das moléculas dos fosfolípeos |
| “Cauda” (grupo apolar) das moléculas do tensoativo. | E_3 ↔ | Cadeia lipídica das moléculas do fosfolípido. |
| Hidrofilia da cabeça da molécula do tensoativo | $A_2 (E_2)$ ↔ | Hidrofilia do grupo fosfato |
| Hidrofobia da cauda da molécula do tensoativo | $A_3 (E_3)$ ↔ | Hidrofobia da cadeia lipídica |
| Cada molécula do tensoativo possui uma única cauda. | $D_1: [E_3]$ ↔ X | Cada molécula do fosfolípido possui duas cadeias lipídicas. |
| Película de uma bolha de sabão | E_4 ↔ | Membrana celular |
| Fluidez da película da bolha de sabão | $A_4 (E_4)$ ↔ | Fluidez da membrana celular |
| A película de uma bolha de sabão é formada por duas camadas (bicamada) de moléculas do tensoativo. | $r_1 (E_4, E_1)$ ↔ | A membrana celular é constituída por duas camadas (bicamada) de moléculas do fosfolípido. |
| A película de uma bolha de sabão possui água entre as duas camadas de moléculas do tensoativo. | L_1 ↔ X | A membrana celular não possui água entre as camadas de moléculas do fosfolípido. |
| Na película da bolha de sabão as caudas das moléculas do tensoativo estão voltadas para o exterior da bicamada. | $D_2: [r_1 (E_4, E_1)]$ ↔ X | Na membrana celular as cadeias lipídicas das moléculas do fosfolípido estão voltadas para o interior da bicamada. |
| A fluidez da película da bolha de sabão é resultado da água entre as moléculas do tensoativo. | $D_3: [A_4(E_4)]$ ↔ X | A fluidez da membrana plasmática é resultado do deslocamento das moléculas do fosfolípido. |

Quadro 3 – Mapeamento estrutural da comparação entre a “molécula de sabão” e a molécula de fosfolípido.

Nessa primeira comparação, os autores do livro didático mostram claramente sua intenção em estabelecer uma comparação ao utilizar as expressões “se assemelha” (na 1ª linha) e “assim como” (9ª linha). De acordo com o mapeamento estrutural que elaboramos, podemos afirmar que os autores do LD1 construíram uma comparação estabelecendo correspondências entre 3 elementos, 4 atributos e 1 relação de primeira ordem (r_1). A correspondência que nós codificamos como r_1 trata da constituição da membrana plasmática como DA, tendo a constituição da película de uma bolha de sabão como DB. Consideramos importante ressaltar que, além das similaridades mapeadas, os autores fizeram referências, de forma explícita e implícita, a algumas diferenças entre os domínios comparados, que nós mapeamos como diferenças alinháveis D_1 , D_2 e D_3 . Em nosso mapeamento também identificamos uma limitação relevante dessa comparação, isto é, uma característica do DB que não se aplica no DA: a existência de água entre as camadas que estruturam a película da bolha de sabão.

Considerando o caráter explícito dado pelos autores na construção dessa comparação, e a predominância da correspondência entre atributos, apesar da relevância da relação de primeira

ordem que mapeamos, podemos afirmar que os autores construíram uma comparação mais próxima de uma similaridade de mera aparência do que uma analogia. Todavia, essa comparação não nos parece perder a sua validade enquanto recurso didático para a compreensão de parte da estrutura de uma membrana plasmática, tendo em vista a pertinência das correspondências estabelecidas.

2ª comparação – Trecho do LD2 “[...] *Os fosfolípidios apresentam uma estrutura típica: o fosfato, formando uma espécie de “cabeça” na molécula, está ligado a duas “caudas”, que correspondem a duas longas cadeias carbônicas. A “cabeça” de fosfato é altamente hidrofílica, enquanto as “caudas” são hidrofóbicas; isso faz com que o arranjo mais estável para essas moléculas, do ponto de vista químico, resulte na formação de uma bicamada de fosfolípidios, na qual as “cabeças” de fosfato estão em contato com a água (presente nos meios externo e interno da célula), enquanto o “miolo” da membrana corresponde a uma região hidrofóbica (formada pelas “caudas” dos fosfolípidios, voltadas para dentro)*”. (Pág.215)

| DOMÍNIO BASE | CORRESPONDÊNCIAS | DOMÍNIO ALVO |
|---|----------------------------|---|
| Cabeça | E_1 ↔ | Grupo Fosfato |
| Cauda | E_2 ↔ | Grupo da cadeia lipídica |
| Conjunto cabeça-cauda | E_3 ↔ | Molécula do fosfolípido |
| Forma circular da cabeça | $A_1 (E_1)$ ↔ | Forma circular do grupamento fosfato/Colina/Glicerol |
| Forma alongada da cauda | $A_2 (E_2)$ ↔ | Forma alongada das cadeias lipídicas |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_3 (E_1)$ ↔ | Grupo fosfato é altamente hidrofílico |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_4 (E_2)$ ↔ | Grupo da cadeia lipídica é hidrofóbica |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_5 (E_1)$ ↔ | Os grupos fosfatos interagem com a água |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_6 (E_2)$ ↔ | As cadeias lipídicas interagem entre si |
| <i>Não apresentou relação correspondente</i> | $r_1 (E_3, E_2)$ ↔ | A molécula do fosfolípido apresenta um grupo fosfato ligado a duas cadeias lipídicas. |
| <i>Não apresentou relação correspondente</i> | $r_2 (E_3, A_3, A_4)$ ↔ | As moléculas do fosfolípido se agrupam em duas camadas em função do caráter hidrofílico e hidrofóbico dos grupos fosfato e lipídico, respectivamente. |

Quadro 4 – Mapeamento estrutural da comparação que trata das características dos fosfolípidios apresentadas pelos autores do LD2.

Na comparação descrita no trecho do LD2, as palavras “cabeça” e “cauda” utilizadas pelos autores, nos sugerem tratar-se de uma comparação aparentemente metafórica, uma vez que esses termos não descrevem cientificamente os objetos de estudo da Ciência referente ao conhecimento das células. Esses termos descrevem metaforicamente seus objetos referentes. Dessa forma, o nosso mapeamento apresenta as correspondências que, implicitamente, poderiam ser feitas a partir daquilo que os autores escreveram por meio de expressões de caráter metafórico.

Segundo o mapeamento estrutural que realizamos, consideramos que os autores estabeleceram correspondências entre 3 elementos e apenas 2 atributos, utilizando-as de maneira limitada. A leitura do trecho referente à estrutura da membrana plasmática nos permitiu mapear mais 4 atributos (A_3 , A_4 , A_5 e A_6) e duas relações de primeira ordem (r_1 e r_2) feitas, no entanto, somente no domínio alvo

da comparação. Consideramos que, a princípio, os autores desse livro poderiam ter explorado com mais profundidade a comparação, tornando-a mais explícita e mais analógica.

Considerando o seu caráter metafórico, e a predominância de correspondências de elementos e atributos, podemos considerar que se trata de uma similaridade de mera aparência (uma comparação metafórica baseada em atributos). Contudo, o mapeamento dos outros atributos e, principalmente, das duas relações de primeira ordem indicadas no DA do quadro 4, sugere que, caso os autores tivessem explorado outras correspondências com o DB, potencialmente teriam construído uma comparação de caráter analógico.

3ª comparação – Trecho do LD6

[...] “As moléculas de fosfolipídios podem ser descritas como tendo uma “cabeça” eletricamente carregada, representada pelo grupo fosfato, e duas “caudas” apolares, representadas pelo glicerídio”. As cabeças eletricamente carregadas dos fosfolipídios tendem a atrair moléculas de água (que também têm cargas), sendo por isso denominadas hidrofílicas (do grego hydro, água, e phyllos, amigo). As caudas, sem carga elétrica, tendem a repelir moléculas de água, sendo por isso denominadas hidrofóbicas (do grego hydro água, e phobos, medo, aversão). Os fosfolipídios da bicamada, [...], estão com as cabeças, eletricamente carregadas, voltadas para as faces externas da membrana, em contato com a água sempre presente nas soluções internas e externas à célula. Com isso, ‘escondem’ suas caudas sem carga elétrica da água circundante, voltando-as para o interior da bicamada molecular da membrana”. (Pág. 191)

| DOMÍNIO BASE | CORRESPONDÊNCIAS | DOMÍNIO ALVO |
|---|----------------------------|--|
| Cabeça | E_1 ↔ | Grupo Fosfato |
| Cauda | E_2 ↔ | Grupo da cadeia lipídica |
| Conjunto cabeça-cauda | E_3 ↔ | Molécula do fosfolipídio |
| Forma circular da cabeça | $A_1 (E_1)$ ↔ | Forma circular do grupamento fosfato/Colina/Glicerol |
| Forma alongada da cauda | $A_2 (E_2)$ ↔ | Forma alongada das cadeias lipídicas |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_3 (E_1)$ ↔ | Grupo fosfato hidrofílico |
| <i>Não apresentou atributo correspondente</i> | $A_4 (E_2)$ ↔ | Grupo da cadeia lipídica é hidrofóbica |
| <i>Não apresentou relação correspondente</i> | $r_1 (E_3, A_3, A_4)$ ↔ | As moléculas do fosfolipídio se agrupam em duas camadas em função do caráter hidrofílico do grupo fosfato e hidrofóbico do grupo lipídico. |

Quadro 5 – Mapeamento estrutural da comparação que trata das características de uma membrana celular apresentadas pelos autores do LD6.

A comparação construída pelos autores do LD6, semelhante ao que encontramos no LD2, apareceu de maneira implícita, nos sugerindo se tratar novamente de uma comparação aparentemente metafórica. No entanto, o mapeamento nos revelou que as correspondências ocorreram apenas entre 3 elementos e 2 atributos. Semelhantemente à 2ª comparação, percebemos que a 3ª comparação poderia ter sido mais explorada por meio do estabelecimento de correspondências com os outros atributos (A_3 e A_4) e com a relação de primeira ordem (r_1) que nós encontramos sobre o DA. Considerando o caráter implícito dado pelos autores na elaboração dessa comparação, e a predominância de correspondências entre atributos, podemos afirmar que se trata também de uma comparação mais próxima de uma similaridade de mera aparência, sendo uma comparação metafórica baseada em atributos.

Conclusões

A análise estrutural das comparações encontradas nos livros didáticos, que realizamos por meio dos mapeamentos das correspondências entre elementos, atributos e relações estabelecidas pelos autores dos livros didáticos, nos permitiu concluir que essas comparações têm sido construídas com foco apenas nos atributos das entidades que compõem cada domínio. Enquanto em um livro didático a comparação se configurou como uma construção mais explícita, nos outros as similaridades apareceram por meio de termos e expressões de caráter mais metafórico. Todavia, tanto na construção mais explícita quanto nas construções mais metafóricas, as comparações se basearam essencialmente nos atributos dos elementos constituintes, o que as configurou mais como similaridades de mera aparência do que como analogias, de acordo com o nosso referencial teórico. Desse modo, pudemos responder a nossa questão: *como podem ser caracterizadas comparações utilizadas por autores de livros didáticos de Biologia para apresentar conceitos científicos relacionados à estrutura das células?*

Há que se dizer ainda que os mapeamentos estruturais das comparações se configuraram como uma ferramenta analítica sistemática, que nos permitiu identificar e compreender, rigorosamente, cada correspondência estabelecida pelos autores entre os elementos e seus atributos em cada domínio das comparações. Os mapeamentos estruturais também nos permitiram identificar, inclusive, as relações construídas pelos autores no domínio alvo da comparação que não foram construídas na base. O mapeamento estrutural se mostrou, enfim, como um procedimento promissor para análise de analogias e outros tipos de comparações em livros didáticos de Ciências.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao GEMATEC, do CEFET-MG, pelas contribuições oferecidas.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, 2013.
- FERRY, A. S. Análise Estrutural e Multimodal de Analogias em uma sala de aula de química. Belo Horizonte, 2016. 170p. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.
- FERRY, A. S.; PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X, 2015**, Águas de Lindóia.
- GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive science** 7.2, 1983, p.155-170.
- GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structural Mapping in Analogy and Similarity. **American Psychologist**. v.52, n.1, 1997, pp.45-56.
- GENTNER, D.; BOWDLE, B.; WOLFF, P.; BORONAT, C. Metaphor is like analogy. In Gentner, D., Holyoak, K. J., & Kokonov, B.N. (Eds.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science*, 2001, p.199-253. Cambridge MA: MIT Press.
- 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**, 2015. v. 15, nº 1.
- PEDROSO, C. V.; AMORIM, M. A. L.; TERRAZZAN, E. A. Uso de analogias em livros didáticos de Biologia: um estudo comparativo. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciência**. Anais... Paraná: Florianópolis, 2007.