

EXPLORANDO O MÉTODO *TEACHING WITH ANALOGIES* NO ENSINO DE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

Letícia da Silva Costa ¹
Ricardo Robinson Campomanes Santana ²

RESUMO

O presente trabalho busca discutir a importância do uso das analogias no ensino de Ciências e como a aplicação do método TWA, conhecido como "*Teaching With Analogies*" (Ensino com Analogias), com suas seis etapas, pode ser observada em explicações pedagógicas. A pesquisa analisa três artigos, previamente selecionados de conteúdos nas áreas de Física, Química e Biologia, que usam analogias para os quais o adaptaremos nos moldes do método TWA visando a compreensão de conceitos científicos. As seis etapas do método TWA são: I - Introdução do conceito alvo; II - Sugestão do conceito análogo; III - Identificação de características relevantes do alvo e análogo; IV - Mapear similaridades; V - Indicar onde a analogia falha; VI - Esboçar conclusões. Os resultados da pesquisa indicam o potencial uso de analogias subsidiando ao ensino-aprendizagem de alguns conteúdos de ciências, ajudando os alunos a estabelecerem conexões significativas entre conceitos científicos e abstratos em situações familiares. Ao aplicar o método TWA de forma explícita, os docentes podem tornar o ensino mais significativo e fácil, estimulando o pensamento crítico dos estudantes. Dessa forma, espera-se que o estudo contribua para o aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino de Ciências, incentivando a utilização consciente e estratégica das analogias como ferramenta de ensino.

Palavras-chave: Analogias, Método TWA, Ensino, Ciências.

INTRODUÇÃO

Enquanto docente da educação básica de ensino, é possível notar a grande dificuldade que os alunos possuem em interpretar e entender conceitos das ciências da natureza. Dessa forma, é necessário buscar estratégias para que os alunos consigam entender os conceitos, sendo uma dessas estratégias o uso das analogias. Diz-se que existe uma analogia entre duas estruturas [...] que pertencem a domínios conceituais fundamentalmente diferentes ou remotos, mas que compartilham uma estrutura relacional semelhante (VOSNIADOU, 1988, p. 3).

As analogias é uma comparação entre dois conceitos, teorias ou sistemas diferentes, mas que possuem características semelhantes em certos aspectos e são utilizadas para explicar ou esclarecer algo, fazendo uma ligação entre o que é mais familiar e o que é menos conhecido. É importante ao fazer as analogias, que o professor analise as semelhanças e

¹ Mestanda do Curso de Pós-Graduação no Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, leticiacosta004@gmail.com.

² Graduado pelo Curso de **XXXXX** da Universidade Federal - UF, coautor1@email.com;

limitações dessas comparações para que não haja confusão no entendimento dos alunos. Um exemplo é a analogia apresentada por Glynn (1994) entre o átomo e o sistema solar baseando-se na semelhança da estrutura dos dois sistemas, porém, com as propriedades específicas envolvidas (por exemplo, sol-núcleo, elétrons-planetas) sendo muito diferentes.

Durante o ensino, as analogias são utilizadas muitas vezes, de forma espontânea pelo professor. Segundo Glynn (1994) os professores de ciências e autores de livros didáticos utilizam rotineiramente analogias para explicar conceitos complicados aos alunos. Muitas vezes, professores e autores não têm consciência de que estão usando analogias, pois fazem isso pela tradição ou costume.

Buscando aplicar as analogias de maneira cuidadosa, estruturada e refletida, utilizaremos neste estudo, a aplicação do método “Ensinando com Analogias”, *Teaching With Analogies* (TWA), proposto por Glynn (1994), para revisão e adaptação de três artigos que utilizam analogias no ensino de Física, Química e Biologia. A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, baseada na análise destes artigos, identificando como as analogias podem ser sistematizadas segundo as seis etapas do método TWA.

No artigo de Física de Campomanes, Heidemann e Veit (2020), os autores fazem analogias de uma associação de duas molas em paralelo e sugerem como o análogo um circuito elétrico correspondente a associação de dois capacitores em paralelo. Raviolo e Garritz (2007), apresentam um estudo bibliográfico de várias analogias utilizadas para o ensino de equilíbrio químico na disciplina de Química. O exemplo escolhido para demonstração da aplicação do método TWA neste trabalho, é a analogia do equilíbrio químico com a transferência de fluidos. Guimarães *et. al.* (2016), utilizam as analogias em Biologia para explicar o conceito de célula eucariota animal, estabelecendo uma comparação com o funcionamento de uma cidade.

Os resultados deste estudo indicam que, embora os artigos analisados não mencionem explicitamente o método TWA, suas abordagens podem ser adaptadas a esse modelo, e percebemos que quando alinhadas as analogias na estrutura proposta pelo método, esta prática pode representar um diferencial na formação dos estudantes, contribuindo para um aprendizado mais significativo.

Através das análises realizadas, pudemos perceber a importância do uso das analogias no estudo de Ciências e demonstrar como o método TWA pode ajudar a estruturar e potencializar as práticas pedagógicas.

METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar a aplicação do método TWA no ensino de Ciências, especificamente em Física, Química e Biologia. A pesquisa utiliza a análise de conteúdo de três artigos selecionados que empregam analogias como recurso pedagógico.

O uso de analogias deve ser estruturado e realizado de maneira sistemática, a fim de garantir que elas realmente contribuam para a compreensão dos conceitos. Portanto, os artigos serão adaptados para o contexto do TWA, com o intuito de observar como as analogias podem ser aplicadas para facilitar a compreensão de conceitos científicos.

APLICAÇÃO DO MÉTODO TWA

Os artigos foram procurados no google acadêmico, buscando por “analogias no ensino de Física”, “analogias no ensino de Química” e “analogias no ensino de Biologia”. Após leitura dos artigos encontrados, foram selecionados uma para cada área, sendo elas Física, Química e Biologia, e seus autores, títulos e ano de publicação podem ser observados no Quadro 1 abaixo.

Quadro1 – Artigos selecionados para aplicação do método TWA

ÁREA	AUTORES	TÍTULO	ANO
Física	Ricardo Robinson Campomanes, Leonardo Albuquerque Heidemann e Eliane Angela Veit	Modelo de associação de molas em paralelo em atividades de ensino de Física: uma análise do domínio de validade	2020
Química	Andrés Raviolo e Andoni Garriz	Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico	2007
Biologia	Elaine Gimenez Guimarães, Lorena Souza Castro, Keminy Ribett Bautz e Gustavo Lemos Rocha	O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem Significativa no ensino de biologia celular	2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar os artigos, percebemos que, apesar de não citarem o método TWA, ele é utilizado de maneira implícita e de forma incompleta, o que tentaremos adaptá-la ao método. A partir desta análise, adaptamos as práticas descritas nos artigos ao modelo proposto pelo método TWA, buscando otimizar o impacto do ensino através deste método de ensino com analogias. Na próxima seção apresentaremos os resultados da análise desses três artigos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O USO DO MÉTODO TWA EM FÍSICA

Segundo Campomanes, Heidemann e Veit (2020), um costume dos livros de ensino é fazer analogias entre situações físicas diferentes, explorando algumas de suas representações, sejam visuais, algébricas e ou ideias que apresentem similaridade. Os autores citam o exemplo das analogias utilizadas para explicar associação em paralelo de duas molas fazendo relação com associação de resistores em livros didáticos. No entanto, para eles, essa analogia pode levar a raciocínios equivocados e então, nesse caso, uma analogia mais coerente seria entre a associação de molas e associação de capacitores, pois ambos os modelos apresentam estrutura algébrica familiar.

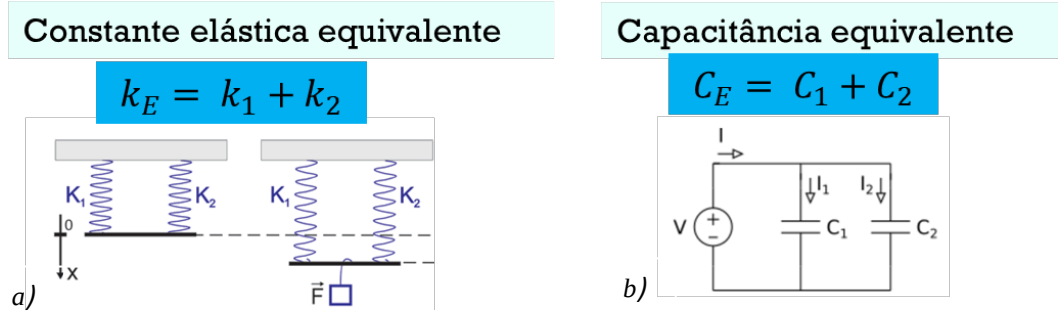
Ao analisar a comparação apresentada por Campomanes, Heidemann e Veit (2020) podemos utilizá-lo como exemplo de aplicação ao ensino utilizando analogias. Mesmo que os autores desconheçam o método TWA, pode-se argumentar que, o uso de analogia fazendo a comparação entre associação de duas molas em paralelo e associação de dois capacitores em paralelo por eles empregados, seguem os princípios centrais das etapas do TWA, ainda que não intencional.

Realizando uma análise da analogia apresentada por Campomanes, Heidemann e Veit (2020), podemos observar as seis etapas do TWA, apresentando-os abaixo:

- 1) Introduzir o assunto alvo:** associação de duas molas em paralelo.
- 2) Sugerir o análogo:** um circuito elétrico correspondente a associação em paralelo de dois capacitores.
- 3) Identificar as características relevantes do análogo:** em circuitos elétricos, no caso de dois capacitores em paralelo, a capacitância equivalente é a dada por $C_E = C_1 + C_2$.
- 4) Mapear similaridades entre análogo e alvo:** ambos os casos apresentam a mesma estrutura algébrica tanto para a associação de molas quanto para associação de capacitores no que se refere a constante elástica equivalente ($k_E = k_1 + k_2$) e a capacitância equivalente ($C_E = C_1 + C_2$). Outra similaridade é a energia potencial que

em ambos sistemas apresentam a mesma estrutura algébrica. Observe a similaridade entre a constante elástica equivalente em uma associação de duas molas em paralelo e a capacitância equivalente no caso de dois capacitores em paralelo, apresentada na Figura 1 a seguir.

Figura 1: Semelhança entre a (a) associação de duas molas em paralelo e (b) a associação em paralelo de dois capacitores. Observa-se a mesma estrutura algébrica tanto para k_E e C_E .



Fonte: Elaborado pelos autores.

5) Estabelecer as diferenças entre os dois domínios: apesar das equações serem semelhantes, indicam condições físicas distintas. Isso pode ser observada ao apresentarem que a força (F) no sistema de molas não se distribui uniformemente na haste, enquanto que nos capacitores, a diferença de potencial (V) é a mesma.

6) Esboçar conclusões: a partir da comparação, os autores concluem que o modelo tradicional de associação de molas é válido quando as constantes elásticas são similares. Um aspecto importante a destacar é que a energia potencial elástica da associação em paralelo de duas molas tem a mesma estrutura que a energia potencial elétrica da associação em paralelo de dois capacitores.

MÉTODO TWA NO ENSINO DE BIOLOGIA

Guimarães *et. al.* (2016), utilizam a analogia para explicar o conceito de célula eucariota animal e sugerem como análogo uma cidade. Apesar de demonstrar a presença da maioria das etapas do TWA, no trecho que apresenta as analogias, não é possível identificar a etapa V do método “indicação dos limites da analogia”. Seria importante demonstrar que a célula e uma cidade não funcionam exatamente da mesma forma e apontar suas diferenças conceituais a fim de evitar confusões no entendimento por parte dos alunos. Dessa forma, a proposta que apresentamos para aplicação do método TWA utilizando os conceitos apresentados, pode ser observada a seguir.

1) **Introduzir o assunto alvo:** a célula eucariota animal.

2) **Sugerir o análogo:** uma cidade.

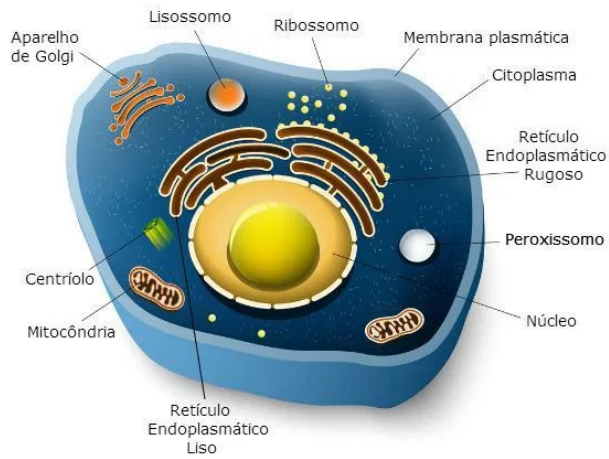
3) **Identificar as características relevantes do análogo:** A fronteira da cidade que controla a entrada e saída de "indivíduos"; o centro da cidade, onde são tomadas as decisões mais importantes; a usina hidrelétrica que produz energia; as construções e estruturas da cidade que dão suporte e estabilidade; os veículos da cidade que realizam o transporte de materiais de um lugar para outro; os restaurantes com a função de "digestão"; os lixões da cidade com substâncias tóxicas necessitando de limpeza; as estradas da cidade conectando diferentes lugares.

4) **Mapear similaridades entre análogo e alvo:** A membrana plasmática foi apresentada como a fronteira da cidade, que controla o fluxo de indivíduos, assim como a membrana que é responsável pela permeabilidade seletiva; o citoesqueleto foi comparado às construções que dão suporte e estabilidade, assim como o citoesqueleto mantém a forma da célula e facilita o movimento de suas partes; o núcleo com o centro da cidade, pois é nesta área em que são tomadas as decisões mais importantes; a mitocôndria com a usina hidrelétrica, devido à capacidade de ambos em produzir energia – a mitocôndria gera ATP (energia celular) e a usina gera energia elétrica; as vesículas transportadoras com veículos, visto que ambos realizam transporte de materiais de um lugar para outro dentro da célula e na cidade; os lisossomos como restaurantes, devido à função de digestão celular; os peroxissomos foram comparados aos lixões, uma vez que metabolizam o peróxido de hidrogênio, que é altamente tóxico à célula; o retículo endoplasmático rugoso foi comparado às estradas, uma vez que este conecta o genótipo ao fenótipo, conectando as diferentes partes da célula e auxiliando na comunicação entre o núcleo e outras estruturas celulares (adaptado de Guimarães *et. al.* 2016).

Nas imagens abaixo, podemos observar uma representação de uma célula eucariota animal (Figura 2) e da cidade e suas analogias com a célula eucariota animal (Figura 3).

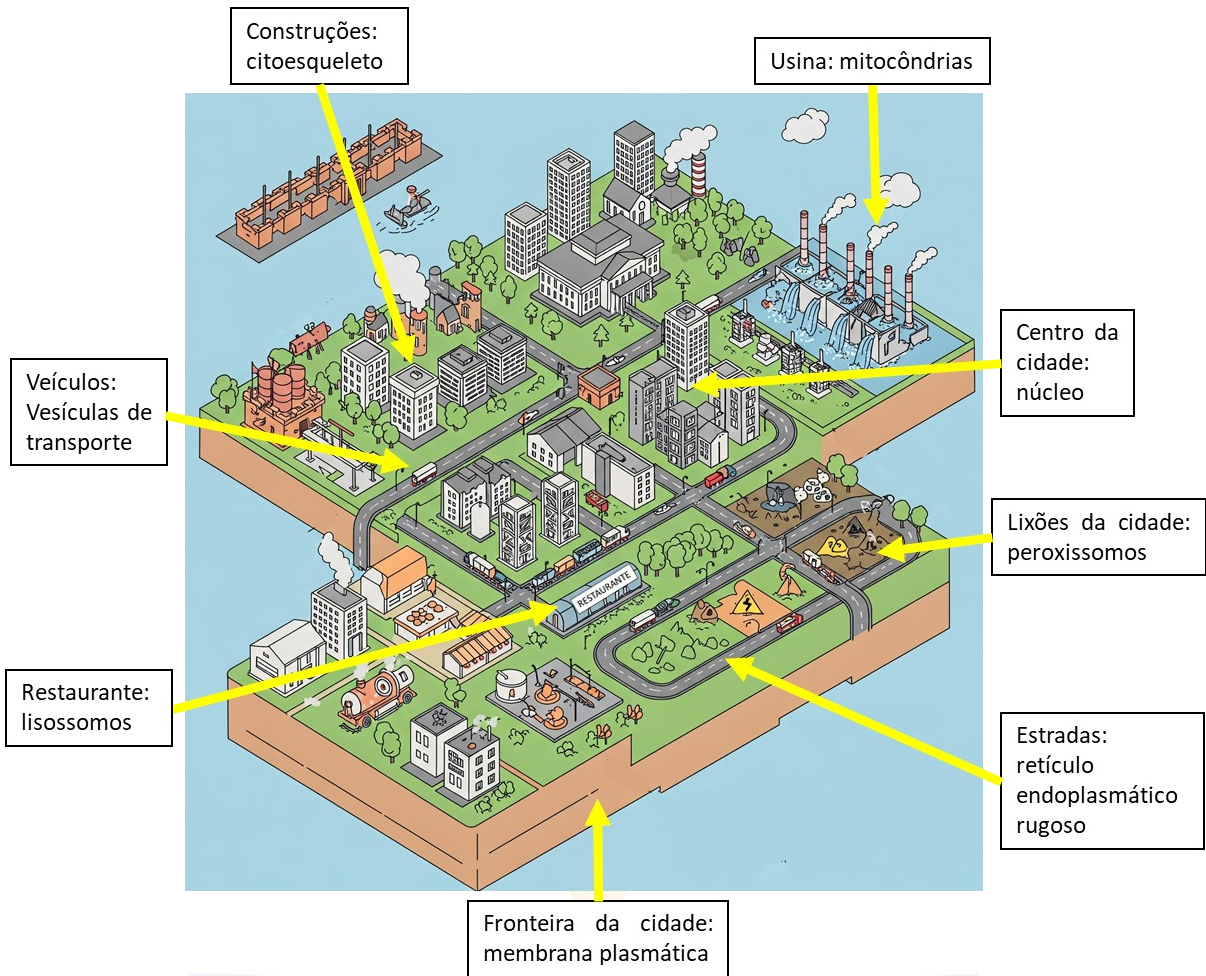
Figura 2: Célula eucariota animal





Fonte: Magalhães, s.d.

Figura 3: Cidade e suas analogias com a célula eucariota animal



Fonte: Elaborado pelos autores.

5) Estabelecer as diferenças entre os dois domínios: A célula é uma unidade biológica muito mais complexa, com interações bioquímicas que não possuem uma equivalência direta em uma cidade. A analogia da cidade não capta toda a complexidade dos

processos bioquímicos dentro da célula, como a síntese de proteínas, a replicação do DNA e as reações enzimáticas.

6) Esboçar conclusões: A célula eucariota animal é uma unidade fundamental da vida que possui uma estrutura organizada e diversas partes que desempenham funções específicas, assim como uma cidade. A célula é composta por várias organelas, como o núcleo, a mitocôndria, o citoesqueleto, e outras, que trabalham juntas para manter a célula viva e funcionando de maneira eficiente.

MÉTODO TWA NO ENSINO DE QUÍMICA

Os autores Raviolo e Garritz (2007) verificam os resultados de uma revisão bibliográfica sobre analogias utilizadas para ensinar equilíbrio químico. Eles apresentam diversos exemplos de analogias utilizadas para explicar o conceito de equilíbrio químico, dentre eles: “a escola de dança”, “o pintor e o despintor”, “guerra das maçãs”, a utilização de fenômenos de fluxo ou transferência de fluidos e a utilização de máquinas como analogias.

O exemplo a ser apresentado utilizando o método TWA é a analogia que os autores Raviolo e Garritz (2007) fazem do equilíbrio químico com a transferência de fluidos. Seguindo as etapas do método TWA podemos ter a didática apresentada a seguir.

1) Introduzir o assunto alvo: equilíbrio químico.

2) Sugerir o análogo: dois recipientes comunicados por um canal, onde inicialmente um recipiente contém água e o outro não.

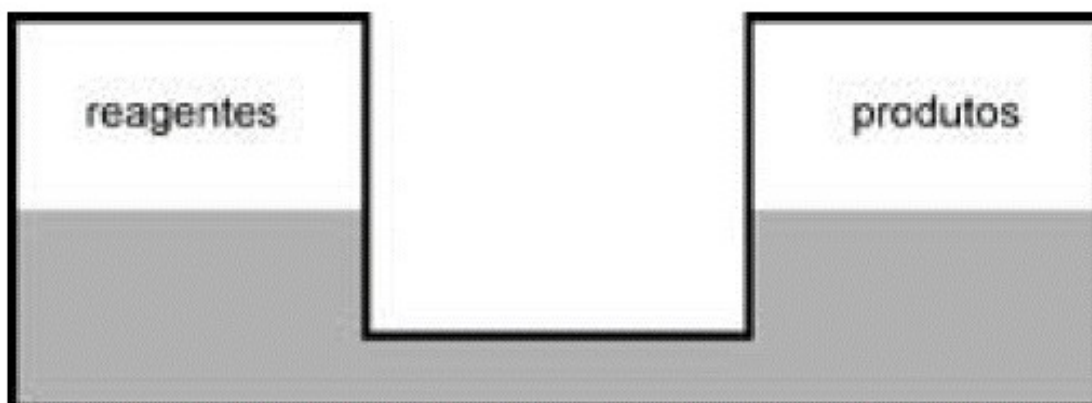
3) Identificar as características relevantes do análogo: dois recipientes conectados por um canal onde a água pode fluir de um recipiente para o outro; água em um recipiente e o outro vazio, ou seja, proporções de substâncias diferentes; a possibilidade da água fluir do recipiente mais cheio para o mais vazio até que os níveis se igualem.

4) Mapear similaridades entre análogo e alvo: dois recipientes conectados por um canal permitindo que a água flua de um recipiente para o outro, representa dois compartimentos ou fases de um sistema químico e ilustra a transferência de substâncias entre reagentes e produtos em uma reação química; um recipiente com água e o outro vazio representam a situação em que os reagentes e produtos não estão em proporções iguais

inicialmente, mas a tendência natural do sistema é fazer com que as concentrações se ajustem até atingir o equilíbrio; a água fluindo do recipiente mais cheio para o mais vazio até que os níveis se igualem, simbolizam a busca do sistema por um estado de menor energia, semelhante ao comportamento dos sistemas químicos que buscam um equilíbrio termodinâmico. Se mais água for adicionada em um dos recipientes, o sistema reage automaticamente até que um novo equilíbrio seja alcançado, assim como em um sistema químico que se ajusta a perturbações externas, como a alteração da temperatura ou a adição de mais reagentes.

A Figura 4 abaixo, demonstra um exemplo de recipientes com vasos comunicantes, apresentando o estado de equilíbrio alcançado em hidrostática.

Figura 4: Estado de equilíbrio alcançado na analogia do equilíbrio hidroestático de Donati



Fonte: Jubert e Andrade Gamboa, 1992.

4) Estabelecer as diferenças entre os dois domínios: mostrar o estado final de equilíbrio como uma situação em que os níveis de água são igualados, conduz à concepção errônea de considerar o equilíbrio químico como uma situação na qual as quantidades de reagentes e produtos são iguais (RAVIOLO E GARRITZ, 2007, pg. 21).

5) Esboçar conclusões: A analogia dos recipientes comunicados ajuda a entender que o equilíbrio químico, embora envolva movimentos contínuos de matéria, leva à estabilização das condições do sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que quando alinharmos as propostas de analogias ao método TWA, a abordagem se apresenta de maneira estruturada, permitindo que os

estudantes possam entender que o alvo e o análogo, apesar de serem viáveis de relacionar, não podem ser considerados sistemas iguais e que possuem suas diferenças e limitações, fazendo com que não gere confusões no ensino. Dessa forma, o método TWA pode representar um diferencial na aprendizagem dos estudantes, contribuindo para um aprendizado mais significativo.

Durante o estudo podemos observar a importância do uso das analogias para o ensino de Ciências, demonstrando como o uso do método TWA pode ajudar na sua estruturação e otimização da prática pedagógica. Podemos observar, que alguns passos do método não são explorados de forma completa nos materiais analisados, especialmente no que diz respeito às etapas que fazem menção às limitações das analogias e o esboço das conclusões. No entanto, observamos que, mesmo que os autores não tenham feito menção da aplicação ao método TWA, sua explicação em alguns é próxima ao que se explica com o método TWA e conseguimos adaptar as analogias para o seu uso.

Dessa forma, concluímos que a utilização do método TWA pode representar um diferencial no estudo de Ciências, favorecendo na estruturação de como podemos apresentar as analogias para os alunos, facilitando a compreensão de conceitos complexos e permitindo que eles compreendam de maneira significativa. Podemos observar a necessidade do uso estratégico e consciente das analogias, demonstrando tanto as semelhanças como as limitações, diferenças e conclusão dos conceitos, e a importância do seu uso como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem na área das Ciências.

REFERÊNCIAS

VOSNIADOU, S. **Analogical Reasoning as a Mechanism in Knowledge Acquisition: A Developmental Perspective**. University of Illinois at Urbana-Champaign Library. 1988.

Disponível em:

<https://www.academia.edu/48524632/Analogical_reasoning_as_a_mechanism_in_knowledge_acquisition_a_developmental_perspective>. Acesso em: 01 fev. 2025.

GLYNN, S.M. **Teaching Science with Analogies: A Strategy for Teachers and Textbook Authors**. National Reading Research Center, Athens, GA, 1994.

CAMPOMANES, R.R.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E.A. Modelo de associação de molas em paralelo em atividades de ensino de Física: uma análise do domínio de validade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.l.], v.42, e20190076, 2020.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/338946701_Modelo_de_associacao_de_molas_em_paralelo_em_atividades_de_ensino_de_Fisica_uma_analise_do dominio_de_validade>.

Acesso em: 01 fev. 2025.

RAVIOLO, A; GARRITZ, A. Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**. nº 27. 2008. Disponível em:

<<https://cabecadepapel.com/sites/colecaoaiq2011/QNEsc27/04-ibero-3.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2025.

GUIMARÃES, E. G. *et. al.* O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de biologia celular. **Revista Univap online**. v. 22 n. 40. 2016.

Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/issue/view/14>>.

Acesso em: 03 fev. 2025.

