

A UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE ESTRUTURAL EM LIVROS DIDÁTICOS NO ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÃO

THE USE OF ANALOGIES AS A DIDACTIC RESOURCE IN MATHEMATICS TEACHING: A STRUCTURAL ANALYSIS IN TEXTBOOKS IN THE TEACHING OF THE FUNCTION CONCEPT

EL USO DE ANALOGÍAS COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN LIBROS DE TEXTO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE FUNCIÓN

Lucas Cunha da Silva*  

Saulo César Seiffert Santos**  

RESUMO

O presente trabalho propõe analisar as analogias utilizadas nos livros didáticos de Matemática do 9º ano relacionadas com o Ensino do Conceito de Função. Fundamenta-se na potencialidade cognitiva atribuída às analogias como ferramentas de ensino e de aprendizagem, e no mapeamento estrutural proposto por Gentner (1983) e colaboradores. A análise teve como objetivo identificar a presença de analogias utilizadas no Ensino do Conceito de Funções, presentes em oito livros didáticos de Matemática do 9º ano, aprovados pelo PNLD (2020). A revisão de literatura da temática indicou a falta de pesquisas sobre a utilização de analogias no ensino de Matemática. Já os resultados da pesquisa acerca das análises das analogias presentes nos livros didáticos, por meio do Mapeamento Estrutural, evidenciam que as comparações utilizadas nesses livros acerca do conceito de função se configuram como analogias estruturalmente consistentes com possibilidades didáticas. Nesse sentido, este trabalho pretende ser uma contribuição às pesquisas que investigam a temática aqui proposta, de utilização de analogias no ensino de Matemática.

Palavras-chave: Analogia. Ensino e aprendizagem de Matemática. Livro Didático.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the analogies used in 9th year grade mathematics textbooks in relation to teaching the concept of function. It is based on the cognitive potential attributed to analogies as teaching and learning tools, and on the structural mapping proposed by Gentner (1983) and collaborators. The aim of the analysis was to identify the presence of analogies used in teaching the concept of functions in the eight 9th year grade mathematics textbooks approved by the PNLD (2020). The literature review on the subject indicated a lack of research on the use of analogies in teaching mathematics. The results of the research into the analysis of analogies in textbooks, using Structural Mapping, show that the

* Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGEECIM) pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Tapajós, 402, Jorge Teixeira, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP:60088-025. E-mail: lucas.cunha@ufam.edu.br.

**Doutor em Educação em Ciências e Matemática (Unioeste). Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGEICIM (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Gen. Rodrigo Octávio, 6200, Setor Sul Bloco ICB01 (DB), Coroado I, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP: 69080-900. E-mail: sauloseiffert@ufam.edu.br

comparisons used in these books about the concept of function are structurally consistent analogies with didactic possibilities. In this sense, this work aims to be a contribution to research investigating the subject proposed here, the use of analogies in the teaching of mathematics.

Keywords: Analogy. Mathematics teaching and learning. Textbook.

RESUMEN

Este trabajo pretende analizar las analogías utilizadas en los libros de texto de matemáticas de 9º año en relación con la enseñanza del concepto de función. Se basa en el potencial cognitivo atribuido a las analogías como herramientas de enseñanza y aprendizaje, y en el mapeo estructural propuesto por Gentner (1983) y colaboradores. El objetivo del análisis fue identificar la presencia de analogías utilizadas en la enseñanza del concepto de función en ocho manuales de matemáticas de 9º grado aprobados por el PNLD (2020). La revisión de la literatura sobre el tema indicó una falta de investigación sobre el uso de analogías en la enseñanza de las matemáticas. Los resultados de la investigación sobre el análisis de las analogías en los libros de texto, utilizando el Mapeo Estructural, muestran que las comparaciones utilizadas en estos libros sobre el concepto de función son analogías estructuralmente consistentes y con posibilidades didácticas. En este sentido, este trabajo pretende ser una contribución a la investigación sobre el tema aquí propuesto, el uso de analogías en la enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave: Analogía. Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Libro de texto.

1 INTRODUÇÃO

O livro didático é um dos principais recursos utilizados pelos professores da Educação Básica, em decorrência do Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), importante programa de distribuição gratuita de materiais pedagógicos, criado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), em prol do acesso à igualdade para as escolas de ensino público do Brasil. O objetivo desse programa consiste em avaliar e disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de Educação Básica, sem fins lucrativos (BRASIL, 1996).

De acordo com Vasconcelos e Souto (2003, p.94), dependendo do local de acesso à informação, esse recurso, para alguns estudantes e professores, é a única fonte de informação. Nesse sentido, a análise dos livros didáticos faz-se necessária por parte dos professores, uma vez que, mesmo sendo um material sistemático de cunho pedagógico, preparado para auxiliar a comunidade escolar no processo de ensino-aprendizagem, e tendo como objetivo promover a disseminação de ideias e conceitos importantes para a aquisição de conhecimentos, os livros podem apresentar problemas de compreensão, determinadas limitações, contradições, e até erros conceituais nos conteúdos (POZO; CRESPO, 2009, p.16).

No campo da Matemática, há uma série de conceitos abstratos que dificultam a assimilação dos estudantes da Educação Básica. Segundo Duval (2012), a principal dificuldade na aprendizagem dessa disciplina decorre do fato de que seus objetos não possuem existência física e, por isso, só é possível acessá-los por meio de suas representações.

Um conceito muito utilizado em quase toda a Educação Básica é o conceito de Função, ensinado no 9º ano do Ensino Fundamental e que percorre todo o Ensino Médio. Esse conceito está atrelado a outros quatro (Domínio, Contradomínio, Imagem e Lei de Formação), conceitos abstratos que dificultam a compreensão dos estudantes.

Nesse sentido, surgem, no ensino de Matemática, várias estratégias a fim de estabelecer relações com conceitos abstratos e físicos. Vale ressaltar que nem sempre é possível estabelecer essas relações. Dentre as muitas estratégias, podemos citar a utilização de jogos, dos espaços não formais, dos materiais manipuláveis, softwares como o *Geogebra*, a utilização de analogias, entre outras (TEIXEIRA; MUSSATO, 2020; RODRIGUES; AZEVEDO, 2022).

De acordo com Seiffert Santos (2020, p.81), a utilização de analogias apresenta-se como uma “rica e potencial fonte de interação didática para construção do conhecimento”. Essa ideia é corroborada por Santos (2006), que afirma que a utilização de analogias permite estabelecer uma ligação entre o conhecimento que os estudantes possuem em sua estrutura cognitiva a partir das vivências cotidianas e a compreensão de conceitos e teorias científicas; isto é, a analogia “cria pontes entre as estruturas de totalidade, ou entidades, partindo da realidade ordinária para um processo de comparação racional” (SEIFFERT SANTOS, 2020, p. 81).

Duarte (2016, p.12) destaca alguns enfoques sobre a utilização das analogias, agrupando-os em quatro linhas: (1) utilização e exploração didática de analogias; (2) características das analogias em manuais escolares; (3) presença das analogias na prática dos professores de ciências; (4) concepções de professores sobre o papel das analogias nos processos de ensino e de aprendizagem.

Desses enfoques apresentados por Duarte (2016), este trabalho se enquadra no de número 2, uma vez que, na maioria das vezes, os estudantes têm o livro como único material de apoio. Decorre disso a importância dos autores de livros didáticos utilizarem bons exemplos de analogias, acrescentando as informações necessárias para uma boa compreensão, para que se possa estabelecer adequadas conexões entre aquilo que os estudantes conhecem com o conhecimento que se pretende alcançar.

Essa ideia é corroborada por Seiffert Santos (2020), que afirma que, se as analogias não

forem desenvolvidas corretamente, podem gerar ou reforçar concepções alternativas¹, e tornar a experiência não inteligível. Sendo assim, é necessário que aquelas utilizadas pelo professor estejam dentro do contexto do estudante e relacionadas aos seus conhecimentos e às suas experiências para garantir que o referente e o referencial sejam familiares e significativos.

Algumas pesquisas na área de Educação em Ciências (GENTNER *et al.*, 2001, GLYNN, 1991; HARRISON; TREAGUST, 1993; BOZELLI; NARDI, 2011; FABIÃO; DUARTE, 2006; FERRAZ; TERRAZZAN, 2001; NAGEM *et al.*, 2001); SEIFFERT SANTOS, *et al.*, 2010; SEIFFERT SANTOS, 2020; PENA GUIMARÃES; RIBEIRO, 2021) apresentaram vários métodos para aplicação de analogias no ensino, dos quais decorrem várias possibilidades positivas, inclusive com métodos de análise em livros didáticos.

Sob essa perspectiva, o objetivo deste trabalho é analisar as analogias utilizadas nos livros didáticos de Matemática do 9º ano, relacionadas com o ensino do conceito de Função. Para tanto, buscamos responder a seguinte questão norteadora: quais analogias presentes nos livros didáticos possuem elementos suficientes para uma boa compreensão do conceito de Função?

Para isso, realizamos um levantamento na literatura especializada em analogia para conhecer os trabalhos e possíveis descrições, assim como resultados presentes sobre o tema Função e Analogias. Assim, realizamos a pesquisa junto aos livros didáticos de Matemática do 9º ano, conforme descrição incluída na seção metodológica.

2 ANALOGIAS NO ENSINO E SUAS CLASSIFICAÇÕES

As analogias constituem um tipo de raciocínio analógico e são muito utilizadas no cotidiano e no meio científico para subsidiar a construção de modelos, uma vez que um conceito teórico e abstrato para o qual não há exemplos perceptíveis no ambiente pode dificultar a elaboração de um modelo mental por parte do estudante.

É sob esse aspecto que Newton (1995) afirma que o processo de construção do conceito precisa ser facilitado por meio de um modelo feito na forma de comparação. De acordo com González (2005), a comparação é um recurso didático que pode ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e que tem a finalidade de auxiliar o aluno a criar o modelo

¹ São conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais e que, muitas vezes, não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem (DE MENEZES LEÃO; KALHIL, 2015, p.3).

mental inicial que servirá de base para o aprendizado futuro. Nesse contexto, o uso das analogias no ensino surge na forma de ferramentas didáticas de aprendizagem, uma vez que se refere a comparações necessárias para a elaboração de um modelo.

Duarte (2016, p.11) aponta algumas potencialidades desse recurso e defende sua utilização, tais como: levam à ativação do raciocínio analógico; organizam a percepção; desenvolvem capacidades cognitivas, como a criatividade e a tomada de decisões; tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, podendo promover o interesse dos alunos; constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitação da evolução ou da mudança conceptual; permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas; e podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Cachapuz (1989, p.11) elenca as analogias como facilitadoras no diálogo entre professor e aluno objetivando a interação e reflexão sobre o conhecimento científico proporcionado ao educando. De acordo com o autor, esse recurso tem a finalidade de tornar o conhecimento mais compreensível de forma a contemplar a comunicação e interação de novos saberes viabilizando a construção do pensamento científico.

Fonseca e Nagem (2010) afirmam que a utilização de analogias como instrumentos auxiliares à prática pedagógica, além de favorecer o aprendizado e o desenvolvimento do indivíduo por meio da internalização de novos sistemas simbólicos, pode, também, contribuir para intensificar e fortalecer a interação entre professor e aluno e a relação aluno e aluno.

Percorrendo a literatura relativa ao uso de analogias no processo de ensino e aprendizagem, encontramos muitas definições para o termo. Segundo Mól (1999), as analogias são comparações explícitas entre dois domínios: um domínio conhecido e um que se pretende conhecer. Essas comparações funcionam como conexões que permitem relacionar os conhecimentos prévios dos estudantes com novos conhecimentos e contribuem na elaboração de modelos científicos e de ensino.

Newby (1987) considera a analogia como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita entre duas “coisas”, uma definição de informação nova em termos já familiares. Essas comparações funcionam como pontes que permitem relacionar os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conhecimentos os quais se pretende aprender (CURTIS; REIGELUTH, 1984).

Para Glynn (1991), a analogia é um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido pelo estudante (análogo) e o outro,

desconhecido (alvo), que constitui o conceito científico. De acordo com o autor, “as analogias podem ajudar os alunos a construir pontes conceituais entre o que é familiar e o que é novo” (GLYNN, 2007, p. 52, tradução nossa).

Para Oliveira (2005), analogia é uma comparação explícita entre dois elementos, sendo um deles considerado familiar, a partir do qual, buscam-se semelhanças com o outro, considerado desconhecido. Esta comparação procura salientar semelhanças nas relações entre os objetos de dois mundos.

A analogia é, de acordo com Gonzáles (2005), um tipo de raciocínio analógico que modela em prol da aprendizagem. Ela relaciona uma situação familiar ao estudante com uma desconhecida e transfere o que é semelhante e de interesse, o que permite fazer inferências e construir hipóteses. Essa é a “razão principal pela qual a analogia é utilizada no ensino de Ciências” (GONZÁLES, 2005, p. 3, tradução nossa).

O autor elenca três elementos necessários que constituem uma analogia: o análogo (aquilo que representa o conhecimento já familiar); o alvo (aquilo que representa o conhecimento menos familiar); e as relações analógicas (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença), que permitem a compreensão/entendimento do alvo.

Nessa perspectiva, considerando a literatura analisada, podemos afirmar que a analogia é o resultado da comparação das similaridades de conceitos - um conceito familiar com um conceito novo ou desconhecido. Essa similaridade facilita a correlação de informações e, também, a elaboração de modelos mentais mais compreensíveis. Desse modo, contribui para uma aprendizagem menos mecânica e mais SIGNIFICATIVA (CLEMENT, 1993; DUIT, 1991; GLYNN, 1991; VOSNIADOU; ORTONY, 1989). A analogia é, portanto, um recurso didático útil para ser aplicada nos processos de ensino-aprendizagem, pois facilita a compreensão de conceitos teóricos abstratos e permite organizar e contextualizar a informação.

Nagem (1997 *apud* NAGEM; OLIVEIRA, 2011, p. 18) apresenta uma proposta de classificação para analogias, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1- Classificação das Analogias a partir de Nagem (1997), com modificações.

Classificação	Definição	Exemplos de analogias
Estrutural	Quando o objeto analógico pode ser comparado com o objeto real na sua forma.	A esfera é como uma bola de futebol.
Funcional	Quando o objeto analógico pode ser comparado ao objeto real no seu funcionamento.	A função pode agir como uma máquina em que o domínio é o conjunto de entrada da máquina, ou seja, a matéria-prima. A regra diz como a matéria-prima deve ser processada e o conjunto-imagem é o resultado desse processamento, o conjunto de saída da máquina.
Antrópica	Quando a frase transmite uma ideia de racionalidade, egocentrismo, atribuindo características animais, e até mesmo humanas, aos objetos ou fenômenos.	Os números inteiros são como saldos bancários. O número zero significa ter uma conta bancária sem dinheiro, nula. O número negativo é equivalente a ter uma dívida ou um débito (-n), e o número positivo corresponde a ter dinheiro, ter crédito, ter saldo (+ n) na conta bancária.
Conceitual ou congelada	Quando os termos já são utilizados há anos, não trazem surpresa ao leitor (congelada) ou quando os termos definem o fenômeno, ou seja, é considerado sinônimo.	Uma bola de ping-pong parece ter o mesmo tamanho que uma bola de futebol em distâncias diferentes, assim como o sol e a lua.

Fonte: (Nagem, 1997 *apud* Nagem e Oliveira, 2011, p. 18).

Considerando a literatura relacionada ao tema, observamos certa variedade nos termos associados à analogia, o que demonstra falta de consenso entre os diversos pesquisadores dessa área. A diversidade terminológica se concentra, principalmente, na palavra usada para designar o domínio desconhecido, não familiar. Contudo, mesmo havendo essa divergência de sinônimos nos termos empregados, estes possuem o mesmo significado (DUARTE, 2016).

As pesquisas de Glynn (1991), Harrison e Treagust (1993), Nagem *et al.* (2001), Seiffert Santos (2020), Seiffert Santos *et al* (2010) elencam uma possibilidade de se trabalhar com as analogias dentro do processo de ensino-aprendizagem. Isso a partir da utilização de modelos de ensino com analogias, que servem como um guia para que professores possam construir suas analogias para ajudar a explicar conceitos-chave no ensino.

Dentre esses, destacamos o modelo TWA (*Teaching with analogies*), um modelo de “Ensino com Analogias” (tradução livre) desenvolvido por Glynn (1991) e ampliado por Harrison e Treagust (1993) que serve como um guia para que professores construam analogias que ajudam a explicar conceitos-chave no ensino. Os autores utilizam a terminologia alvo para designar o conceito desconhecido e análogo para o conceito conhecido e estabelecem seis etapas que devem ser levadas em consideração ao se ensinar com analogias (Harrison; Treagust,

1993, p. 1293): 1) Introduzir o conceito alvo; 2) Sugerir o conceito análogo; 3) Identificar as características relevantes do análogo; 4) Mapear as semelhanças entre o análogo e o alvo; 5) Estabelecer as diferenças; 6) Gerar conclusões/sínteses sobre o conceito alvo.

De acordo com Seiffert Santos *et al* (2010), esse modelo é muito utilizado em pesquisas para analisar analogias em um material e compará-las com outros, devido a sua simplicidade e objetividade, além de ser um método para realização de exposição de analogia no processo de ensino-aprendizagem.

3 MAPEAMENTO ESTRUTURAL

O Mapeamento Estrutural foi proposto por Gentner (1983) e colaboradores como referencial para análise das comparações nos livros didáticos. De acordo com os autores, uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um mapeamento de correspondências entre relações similares que pertencem aos Domínios Base (DB) e ao Domínio Alvo (DA), sendo o domínio base, o domínio conhecido e o domínio alvo, aquele no qual se busca a compreensão do conceito (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997; FERRY, 2016).

Gentner (1983) apresenta outros dois tipos de comparações, para além das analogias: (a) as similaridades de mera aparência; e (b) as similaridades literais. A distinção entre esses dois tipos de comparação, de acordo com o autor, é o tipo de correspondência estabelecida entre os domínios base e alvo. Nas similaridades de mera aparência, ocorrem correspondências com foco quase exclusivo nos atributos que pertencem aos domínios base e alvo (tais como a cor, o tamanho, a forma). Nas similaridades literais, o foco é dado tanto aos atributos que pertencem aos domínios, quanto às correspondências entre relações que envolvem os elementos e os atributos de ambos os domínios (FERRY, 2016).

A partir dessas considerações, Ferry e Paula (2015) elaboraram um padrão representacional mais simples e mais explícito das entidades (elementos, atributos ou relações) em correspondência. Esse padrão representacional foi modificado posteriormente por Ferry (2016) que apresentou os símbolos gráficos para representar as correspondências entre Domínios Base (DB) e Domínio Alvo (DA), conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Padrão de representação das correspondências no Mapeamento Estrutural de uma comparação.

Domínio base	Correspondência	Domínio Alvo
Elemento análogo um elemento que compõe o DB	E_n ↔ Correspondência entre elementos (E)	Elemento alvo Um dos elementos que compõe o DA
Atributos do elemento Predicados de um elemento do DB baseado em uma única característica	A_n ↔ Correspondência entre atributos (A)	Atributos do elemento Predicados de um elemento do DA baseado em uma única característica
Relações de 1º ordem Relações entre dois ou mais elementos do DB ou entre suas características	r_n ↔ Correspondência entre relações de menor complexidade (r)	Relações de 1º ordem Relações entre dois ou mais elementos do DA ou entre suas características
Relações de ordem superior Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	R_n ↔ Correspondência entre relações de maior complexidade (R)	Relações de ordem superior Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA
Limitações Característica ou relação presente no DB que não se aplica ou que não pode ser transferido para o DA	L_n ↔ Correspondência de limitação (L)	Limitações Característica ou relação presente no DA que não está representada no DB
Diferenças alinháveis Características ou relação do DB que são diferentes do DA	D_n ↔ Correspondência de diferença alinhável (D)	Diferenças alinháveis Características ou relação presente no DA que são diferentes do DB

Fonte: (Ferry, 2016, p. 79).

O Quadro 2 apresenta os símbolos gráficos usados para representar as correspondências entre: elementos (E_n), atributos (A_n), relações de primeira ordem (r_n) e relações de ordem superior (R_n), que constituem cada domínio. As relações entre elementos ou atributos são chamadas de relações de primeira ordem, representadas pela letra r . Já as relações de ordem superior são aquelas estabelecidas entre duas relações de primeira ordem ou entre uma relação de primeira ordem e um elemento ou atributo, e são representadas pela letra R . Qualquer correspondência que envolva uma limitação (L_n) da comparação é identificada pela presença da letra X sobre a seta bidirecional. Essa representação também indica correspondências que sinalizam a existência de uma diferença (D_n) entre os dois domínios.

Uma correspondência estabelecida entre um elemento do DB e outro do DA é acompanhada por uma letra maiúscula ou minúscula e por um número (n), por meio de setas bidirecionais.

Por exemplo, a representação $r_1 (E_2, E_1)$ indica uma relação de primeira ordem entre elementos correspondentes do DB e do DA. Da mesma forma, a representação $r_2 (A_2, A_1)$ indica uma relação de primeira ordem que tem como foco atributos correspondentes dos dois

domínios. Já a representação $R_1 (r_2, r_1)$ indica uma correspondência realizada entre as relações r_1 e r_2 , indicando uma correspondência de uma relação de segunda ordem.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se a presente pesquisa de uma pesquisa bibliográfica que, conforme Prodanov e Freitas (2013, p. 54), tem como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto em foco, constituído, principalmente, de livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações e teses. Ela se caracteriza como qualitativa devido à natureza da coleta e análise de dados, que, segundo Denzin e Lincoln (2006, p.17), se refere a “um conjunto de práticas materiais e interpretativas que dão visibilidade ao mundo [...]”.

Como primeira etapa da pesquisa, realizamos uma revisão de literatura com o objetivo de identificar o que já se têm pesquisado acerca da temática no contexto brasileiro. Para tanto, foram escolhidas três fontes de consulta bibliográfica: a) um grupo de pesquisa especializado na temática no Brasil; b) um evento importante em Educação Matemática no Brasil; c) Revistas em Educação Matemática de trabalhos abertos e gratuitos.

O grupo de pesquisa escolhido para a busca foi o Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC), pelo fato de ser aquele com mais tempo contínuo em pesquisa de analogias e modelos para o ensino de Ciência e Tecnologia, vinculado ao grupo Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência (AMTEC), que, por sua vez, é credenciado pela Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), cadastrado no diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil do CNPq.

O evento da área escolhida foi o Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), pelo fato de ser o mais importante no âmbito nacional que aborda tendências metodológicas e pesquisas ligadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática, envolvendo professores da Educação Básica, professores e estudantes das licenciaturas em Matemática e em Pedagogia, estudantes da pós-graduação e pesquisadores.

As revistas selecionadas para a pesquisa foram: ÁBACO, Educação Matemática Pesquisa (EMP), Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), Educação Matemática em Revista (EMR), ZETETIKÉ e Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), por serem revistas conceituadas dentro da área de estudo com Qualis

A3, A1, A1, A2, A2 e A4, respectivamente. Além dessas revistas, foi incluído, para a análise, mais um periódico da Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA), acessado por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A escolha dessas fontes teve como objetivo mapear e analisar as produções acadêmicas a respeito da utilização de analogias no ensino de Matemática no contexto brasileiro, todos no período de 2011 a 2022, a partir da utilização das seguintes palavras chaves: “Analogia”, “Ensino” e “Matemática”. Isso a fim de direcionar e organizar a busca dos textos para a análise.

Do mapeamento realizado na literatura, foram encontrados seis (6) trabalhos que tratam, especificamente, da utilização de analogias no ensino de Matemática no contexto brasileiro, conforme o Quadro 3, abaixo. Desses, apenas três entraram na análise, tendo como critério a possibilidade de acesso ao texto completo.

Quadro 3 - Revistas/Periódicos e quantidade de artigos.

Periódico	Quantidade
Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência.	4
Encontro Nacional de Educação Matemática.	1
ÁBACO.	0
Educação Matemática Pesquisa.	0
Educação Matemática em Revista.	0
ZETETIKÉ	0
Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática.	0
Revista de Ensino de Ciências e Matemática.	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Após essa etapa, consultamos o Guia do Plano Nacional do Livro Didático - PNLD (2020)², onde constam todas as coleções de livros didáticos disponibilizados gratuitamente nas escolas públicas. A coleta de dados foi realizada nas oito coleções de Matemática aprovadas (Quadro 4), sendo que foram analisados textos (incluindo exercícios e questões de vestibulares) e figuras dos capítulos que se referem ao tema funções.

² Disponível em <https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2020/componente-curricular/pnld2020-matematica> Acesso em 03 out. 2023.

Quadro 4 - Relação dos livros didáticos de matemática aprovados pelo PNLD 2020.

Código	Título	Auto(es)	Editora	Ano	Edição
LD1	Teláris matemática	Luiz Roberto Dante	Ática	2018	3°
LD2	Matemática	Edwaldo Bianchini	Moderna	2018	9°
LD3	Matemática: compreensão e prática	Ênio Silveira	Moderna	2018	5°
LD4	Convergências matemática	Eduardo Chavante	Edições SM	2018	2°
LD5	Araribá mais: matemática	Mara Regina Garcia Gay e Willian Raphael Silva	Moderna	2018	1°
LD6	A conquista da matemática	José Ruy Giovanni Júnior e Benedicto Castrucci	FTD	2018	4°
LD7	Trilhas da matemática	Fausto Arnaud Sampaio	Saraiva	2018	1°
LD8	Geração alpha matemática	Carlos N. C. de Oliveira e Felipe Fugita	Edições SM	2018	2°

Fonte: Elaborado pelos autores.

A escolha do tema Função Matemática se deu pelo fato deste ser relatado nos artigos consultados nas pesquisas, e por ser um conteúdo essencial para a compreensão da função afim, da função quadrática, da função exponencial e da função logarítmica, que são objetos da Matemática estudados no Ensino Médio. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que esse conteúdo esteja presente no currículo do 9° ano do Ensino Fundamental, segundo a habilidade EF09MA06, que compreende as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis em que é possível analisar situações que envolvam essas relações funcionais, por meio da sua representação numérica, algébrica e gráfica. Daí o interesse de buscar o conteúdo nos LD do 9° ano.

Para a análise e discussão dos resultados encontrados nos livros didáticos, utilizamos os seguintes procedimentos: (a) realizamos uma leitura flutuante do LD a fim de identificar a analogia; (b) ao localizar o trecho com a comparação condizente a uma analogia, foram registrados a página do LD, o conteúdo imagético e uma breve descrição do conteúdo presente no trecho selecionado; (c) realizamos uma análise, conforme descrito: (1) Verificação e quantificação do número de analogias utilizadas nos livros, não sendo considerada a repetição da mesma em outras partes analisadas da obra; (2) Identificação do Domínio Base (análogo) e

do Domínio Alvo de cada comparação; (3) Classificação das analogias encontradas, conforme o Quadro 1, proposto por Nagem (1997); (4) Mapeamento Estrutural dos elementos, atributos e relações, tanto no Domínio Base (DB) quanto no Domínio Alvo (DA) das comparações encontradas, conforme o padrão representacional destacado no Quadro 2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantidade de trabalhos encontrados na literatura evidencia uma lacuna em relação à produção de pesquisa acerca da utilização de analogias no ensino de Matemática. Essa afirmação é corroborada por Melo e Paraguaçu (2021), que realizaram uma revisão de literatura sobre o tema, no período de 2014 a 2019. Como resultado, os autores concluíram que, ao separar as palavras chaves em “Analogia, Ciência” e “Analogia, Matemática”, foram encontrados apenas uma publicação em relação ao primeiro filtro e 15.100 em relação ao segundo. Isso pelo fato de a Ciência abranger muitas áreas.

Dos outros dois trabalhos encontrados na literatura, Maciel et al (2017) utiliza as relações geométricas analógicas para o ensino de quadriláteros, comparando um quarteirão com um quadrilátero por meio da Metodologia de Ensino com analogias (MECA), desenvolvida a partir de estudos promovidos pelo grupo GEMATEC que tem por objetivo apresentar diretrizes para o ensino de conceitos abstratos, por meio de um modelo educacional que emprega o uso de analogias como ferramenta de ensino.

Nagem e Oliveira (2011) analisaram as analogias e metáforas presentes nos livros didáticos de Matemática. Os resultados indicam presença marcante das representações e pouco uso de analogias e metáforas. Em relação às analogias, não foi identificado um uso sistemático, pois elas aparecem, às vezes, como texto para leitura complementar. Os autores analisaram três livros nos quais destacam-se as seguintes analogias: o mapa de uma cidade como um plano cartesiano e a função matemática como uma máquina.

Das oito obras selecionadas e analisadas, encontramos um total de três comparações referentes ao conceito de Função Matemática (domínio, imagem, contradomínio, lei de formação, conjunto-imagem, variável dependente e variável independente) presentes nos LD1, LD5 e LD7. Coincidentemente, em nossa pesquisa, encontramos três analogias. Foram identificados a frequência de analogias (representada pela letra n), o conceito análogo e o alvo das analogias presentes nessas obras e classificadas conforme Nagem (1997) (Quadro 1), como apresentado no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Analogias referentes ao Conceito de Função encontradas nos LD e classificadas de acordo com Nagem (1997), sendo n o número ou frequência de analogias.

Livro	n	Análogo	Alvo	Classificação
LD1	1	Robô programado	Função matemática	Funcional
LD5	1	Máquina de calcular	Função matemática	Funcional
LD7	1	Máquina	Função matemática	Funcional

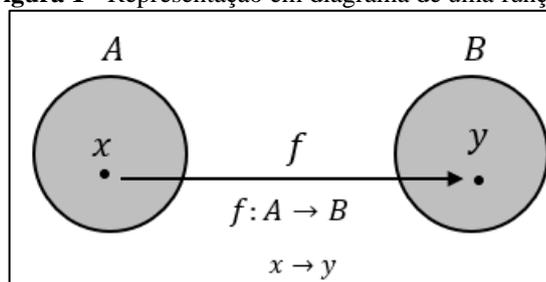
Fonte: elaborado pelos autores

De acordo com Araújo (2022), o Conceito de Função é um dos mais importantes na área da Matemática, e sua noção está presente em várias situações do cotidiano quando são relacionadas duas grandezas variáveis. Para termos uma função, é necessário conhecer três elementos: o Domínio $D(f)$, o Contradomínio $CD(f)$ e a Regra (ou lei de formação) que diz como associar cada elemento $x \in D(f)$ a um único elemento $y \in CD(f)$ (Araújo, 2022, p. 43). Nesse sentido, o conceito de função é dado como uma relação entre dois conjuntos não-vazios da seguinte maneira:

“Dados dois conjuntos não-vazios A e B, uma função de A em B é uma regra que diz como associar cada elemento $x \in A$ a um único elemento $y \in B$. Utiliza-se a seguinte notação: $f: A \rightarrow B$, que se lê: f é uma função de A em B” (Dante, 2005, p. 34).

Essa notação proposta por Dante (2005) pode ser representada pelo seguinte esquema na Figura 1:

Figura 1 - Representação em diagrama de uma função.



Fonte: Dante (2005, p. 34).

Nesse Diagrama, podemos perceber que a função é uma relação que associa cada elemento x do domínio a um único elemento y do contradomínio, onde o conjunto A é denominado Domínio da Função e indicado por $D(f)$ (lê-se: domínio de f), o conjunto B é denominado Contradomínio da Função e indicado por $CD(f)$ (lê-se: contradomínio de f) e para cada $x \in A$ temos um elemento $y \in B$ correspondente denominado imagem de x pela função f ou, ainda, o valor assumido pela função f . O conjunto de todas as imagens de x pela função

f é denominado conjunto-imagem da função indicado por $Im(f)$ (lê-se: conjunto-imagem de f).

Quanto ao mapeamento estrutural das três analogias, utilizamos o padrão de representação das correspondências, conforme apresentado no Quadro 2 proposto por Ferry e Paula (2015) e modificado por Ferry (2016). Apresentamos, a seguir, o Conceito de Função e os trechos dos livros didáticos nos quais encontramos as três ocorrências de comparações envolvendo aspectos estruturais de uma função, seguido por quadros que representam os mapeamentos estruturais dessas comparações, sendo duas delas visuais-verbais (predomina o elemento visual - signo imagético) e a última, verbal.

A primeira analogia encontrada no LD1 do autor Dante (2018) está localizada no capítulo 4 na página 113, onde se utiliza como o conceito análogo uma máquina de calcular o qual apresenta o Conceito de Função como uma dependência entre números de entrada e saída dessa máquina, conforme apresentado no trecho abaixo:

1º Comparação - trecho do LD1: considere a máquina de calcular. Nessa máquina, o número que sai depende do número que entra, ou seja, o número que sai é obtido em função do número que entra (Trecho do LD1, p. 113).

Figura 2 - A função matemática como uma máquina de calcular



Fonte: Dante (2018, p. 113).

Aqui, temos uma representação visual-verbal, onde é possível observar uma máquina com descrição de entrada e saída, com a lei da função escrita.

A descrição verbal da imagem pode destacar que o funil de entrada representa o Domínio da Função f , enquanto a sua estrutura representa a lei de formação da função, que pega cada número que entra na máquina multiplica por três e adiciona o número dois ao resultado. Esse resultado é o que denominamos imagem da função f , que pode ser representado

por y ou $f(x)$, simbolizado pela máquina como a torneira de saída. Podemos considerar essa torneira como sendo o conjunto-imagem da função f . Logo, o número que sai na torneira depende do número que entra no funil.

O trecho não menciona nem identifica, na imagem verbal da comparação, quais conjuntos estão sendo considerados para o domínio e contradomínio da função. Essa informação é relevante pelo fato de que, dependendo do conjunto do domínio e contradomínio escolhidos, podemos ter uma função ou não para determinada lei de formação. Nesse caso, poderia ter, na imagem, a representação de uma caixa acima do funil e abaixo da torneira identificando quais conjuntos estão considerados.

De acordo com Araújo (2022), se o domínio e o contradomínio de uma função $f: A \rightarrow B$ não forem mencionados, é necessário considerar: (1) como contradomínio, o conjunto dos números reais ($B = \mathbb{R}$); (2) como domínio (A), o maior subconjunto de \mathbb{R} que possibilite à lei de formação definir uma função. Abaixo, o Quadro 6 destaca o Mapeamento Estrutural da comparação encontrada no LD1.

Quadro 6 - Mapeamento estrutural da comparação que trata das características da função matemática apresentada pelo autor do LD1.

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Máquina de calcular: multiplica por 3 e soma com 2	E_1 ←————→	Lei de formação da função
Funil	E_2 ←————→	Domínio
Não há elemento correspondente	E_3 ←————→	Contradomínio
Torneira de saída	$A_1(E_3)$ ←————→	Conjunto-imagem
Número que entra	$A_2(E_2)$ ←————→	Elementos do domínio da função
Número que sai	$A_3(E_3)$ ←————→	Imagem da função
Funil e a torneira de saída	$r_1(E_2, A_1)$ ←————→	Todos os elementos do Domínio possuem correspondência com um elemento do contradomínio
O número que sai na torneira depende do número que entra no funil.	$r_2(A_2, A_3)$ ←————→	Variável dependente e variável independente

Fonte: Elaborado pelos autores

Nessa primeira comparação, o autor do LD1 apresenta a comparação, de forma metafórica (implícita), acerca do conceito alvo, sendo este somente relacionado à sua funcionalidade. A metáfora, assim como a analogia, é um tipo de comparação, contudo, diferenciam-se nos níveis de comparação das relações existentes entre os conceitos que expressam. De acordo com Mól (1999), as analogias são comparações explícitas entre dois domínios, um conhecido e um que se pretende conhecer; já as metáforas são comparações implícitas, onde nem sempre é possível perceber a relação estabelecida entre os dois domínios.

De acordo com o Mapeamento Estrutural que elaboramos, podemos afirmar que o autor do LD1 construiu uma comparação estabelecendo correspondências entre (2) elemento (E_1, E_2), (3) atributos (A_1, A_2, A_3) e duas relações de 1º ordem (r_1, r_2), sendo uma delas com os atributos (A_2, A_3) e outra com um elemento e um atributo (E_2, A_1) do conceito de função. Também podemos destacar, a partir da análise da imagem verbal, mais (1) elemento (E_3) presente, no entanto, somente no domínio alvo da comparação.

Consideramos que, a princípio, o autor do LD1 incluiu os elementos e as relações necessárias para uma boa comparação analógica, todavia, poderia ter explorado com mais profundidade essa comparação, tornando-a mais explícita, como segue: a função pode agir como uma máquina em que o domínio é o conjunto de entrada da máquina, ou seja, a matéria-prima. A regra (a lei de formação) diz como a matéria-prima deve ser processada, e o conjunto-imagem é o resultado desse processamento, isto é, o conjunto de saída da máquina.

Por meio desse mapeamento, podemos afirmar que a referida comparação possibilita tanto uma correspondência um a um entre a maior parte de elementos constituintes de cada domínio, quanto a conectividade em paralelo das relações mapeadas a partir da análise da imagem verbal. Desse modo, apontamos que a comparação proposta no LD1 pode se configurar como uma analogia estruturalmente consistente, cabendo apenas reforçar as recomendações descritas anteriormente por Araújo (2022) acerca do domínio e do contradomínio da função, o que aumenta as possibilidades didáticas ou pedagógicas do uso dessa analogia em uma atividade escolar, pois lhe confere uma maior capacidade explicativa sobre o seu domínio alvo, tornando-a mais abrangente a respeito do Conceito de Função.

A segunda analogia encontrada no LD5 dos autores Gay e Silva (2018) está localizada no capítulo 8, na página 205, onde se utiliza como conceito análogo um robô programado para representar o Conceito de Função, conforme apresentado no trecho abaixo:

2º Comparação - trecho do LD5: imagine, agora, um robô programado para realizar sempre a mesma operação: quando um número real qualquer é inserido como entrada, ele

devolve, como saída, o resultado correspondente. O robô abaixo, por exemplo, adiciona 3 a qualquer número real que entra nele. Observe, no quadro a seguir, o resultado de algumas operações feitas pelo robô (Trecho do LD5, p.205). Veja a Figura 3.

Figura 3 - A função matemática como um robô programado.

	Resultados fornecidos pelo robô de acordo com os números inseridos na entrada						
	Número inserido no robô: x	-3	-2	-1,5	0	$\frac{1}{2}$	1
	Resultado correspondente: $f(x)$	0	1	1,5	3	$\frac{7}{2}$	4

Fonte: Gay e Silva (2018, p. 205).

A descrição verbal da imagem pode destacar que, em cada braço do robô, há x e $f(x)$, que são elementos do domínio e do contradomínio da função respectivamente, sendo $f(x)$ conhecida como a imagem da função.

Nessa imagem verbal, o braço direito do robô representa o domínio da função, o braço esquerdo representa o conjunto-imagem e a cabeça representa a lei de formação da função, que adiciona o número três a qualquer número x que entra no braço do robô. Ao lado do robô, é possível observar um quadro demonstrativo dos elementos do domínio, que são os números inseridos no robô, e do conjunto imagem da função, que são os números obtidos a partir do processamento do robô.

Como na comparação anterior, os autores não especificaram o conjunto em que estão trabalhando a comparação. Nesse sentido, de acordo com Araújo (2020), será considerado como domínio o maior subconjunto de \mathbb{R} , e como contradomínio, o próprio conjunto \mathbb{R} . Abaixo, o Quadro 7 destaca o Mapeamento Estrutural da comparação encontrada no LD5:

Quadro 7 - Mapeamento Estrutural da comparação que trata das características de função matemática apresentada pelos autores do LD5.

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Robô programado: adiciona o número 3 a qualquer número real que entra nele	E_1 ←————→	Lei de formação da função
Braço direito do robô	E_2 ←————→	Domínio
Não há elemento correspondente	E_3 ←————→	Contradomínio

Braço esquerdo do robô	$A_1(E_3)$ ←————→	Conjunto-imagem
Número inserido como entrada	$A_2(E_2)$ ←————→	Elementos do domínio da função
Resultado correspondente	$A_3(E_3)$ ←————→	Imagem da função
O número $f(x)$ que sai no braço esquerdo do robô depende do número x que entra no braço direito	$r_1(A_2, A_3)$ ←————→	Variável dependente e variável independente
Braço direito e braço esquerdo do robô	$r_1(E_2, A_1)$ ←————→	Todos os elementos do Domínio possuem correspondência com um elemento do contradomínio

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na comparação descrita no trecho 2, assim como no LD1, os termos utilizados para relacionar o domínio, a imagem e a lei de formação da função são descritos de forma metafórica, não explicitando a comparação para seus objetos referentes.

Segundo o Mapeamento Estrutural que realizamos, consideramos que os autores estabeleceram correspondência entre (2) elementos (E_1, E_2) e (2) atributos (A_2, A_3) do conceito de função. A análise da imagem verbal nos permitiu mapear mais (1) elemento (E_3) no domínio alvo da comparação, (1) atributo (A_1) e duas relações de primeira ordem (r_1, r_2), tanto do domínio base, quanto no domínio alvo da comparação, sendo as relações estabelecidas do mesmo modo que a comparação feita no LD1, uma com os atributos (A_2, A_3), e outra, com um elemento e um atributo (E_2, A_1) do Conceito de Função.

Apesar de não estarem totalmente explícitos seus elementos, podemos considerar a comparação presente no LD5 com caráter potencialmente analógico e similar ao resultado do mapeamento do LD1, isto é, apesar de não haver um elemento no domínio base que represente o contradomínio da função, consideramos que a apresentação dessa analogia no LD5 não a compromete ou a invalida para o contexto e para a finalidade do seu emprego no ensino de funções, pois concordamos que se trata de uma comparação estruturalmente consistente e com foco relacional. Contudo, a forma escrita e a imagem verbal indicam que essa comparação poderia ter evidenciado melhor as relações estabelecidas tanto no domínio base quanto no domínio alvo da comparação, para que o estudante possa compreender quais elementos estão sendo comparados. No entanto, conforme o LD1, a comparação utilizada no LD5 também pode se configurar como uma analogia estruturalmente consistente.

A terceira analogia foi encontrada no LD7, do autor Sampaio (2018), e está localizada no capítulo 13, na página 166, apenas como uma nota de sugestão indicada na parte inferior da página. O autor sugere que se utilize como o conceito análogo uma máquina para representar o Conceito de Função, conforme apresentado no trecho abaixo:

3º Comparação - Trecho do LD7: ao apresentarmos o operador f como uma “máquina” que aplica uma regra de correspondência sobre os valores que a variável independente (geralmente representada pela letra x) pode assumir, os alunos podem compreender que o valor de y correspondente é o resultado desse processo, daí, se tomar y como equivalente a $f(x)$, é esperado que os alunos compreendam que essa notação traz a ideia de relação de dependência entre as variáveis envolvidas em uma função (Trecho do LD7, p. 166).

Quadro 8 - Mapeamento Estrutural da comparação que trata das características de função matemática apresentada pelos autores do LD7.

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Máquina que aplica uma regra de correspondência	E_1 ←————→	Lei de formação da função
Não há atributo correspondente	$A_1(E_1)$ ←————→	Elementos do domínio da função
Valor correspondente	$A_2(E_1)$ ←————→	Imagem da função
Não há relação correspondente	$r_1(A_1, A_2)$ ←————→	Variável dependente e variável independente

Fonte: elaborado pelos autores.

A comparação construída pelos autores do LD7 apareceu de maneira implícita e superficial, não ficando claros a identificação dos elementos e os atributos ou relações correspondentes entre o domínio base e o domínio alvo da comparação.

Diferente do LD1 e do LD5, que apresentam elementos visuais-verbais na comparação, o LD7 oferece apenas o elemento verbal, o que dificulta compreender o que se está comparando na analogia utilizada, sugerindo se tratar de uma comparação metafórica, a qual, apesar de ser destacada no trecho - “traz a ideia de relação de dependência entre as variáveis envolvidas em uma função” - não explicita quem seriam essas variáveis no domínio base, tampouco como os elementos da "máquina" sugerida pelo autor se relacionam.

O Mapeamento Estrutural realizado evidenciou que os autores estabeleceram correspondência entre (1) elemento (E_1) e (1) atributos (A_2) do Conceito de Função. A leitura

do trecho “valores que a variável independente pode assumir” permite identificar (1) atributo (A_1) relacionado aos elementos do domínio de uma função, todavia, esse atributo não é evidenciado no domínio base. Daí decorre a identificação de uma relação de primeira ordem (r_1) com os atributos (A_1, A_2) de forma implícita.

Conforme destacado, podemos afirmar que a comparação presente no LD7, de acordo com Gentner (1983), se trata de uma comparação metafórica baseada em atributos e de similaridade de mera aparência. Diferente dos outros dois livros analisados, essa comparação não possui potencialidades para uma comparação com caráter analógico, e conseqüentemente, não há possibilidades didáticas ou pedagógicas do uso dessa analogia em uma atividade escolar, quando levamos em conta a maneira como ela foi apresentada no livro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa aponta para a importância da utilização de analogias como ferramentas didáticas no Ensino de Matemática, tendo em vista as suas potencialidades para a compreensão de conceitos abstratos. Nesse sentido, as analogias apresentadas nos LD acerca do conceito de função, assim como outros tipos de comparações, podem contribuir para uma construção crítica dos conceitos matemáticos, uma vez que são apresentadas pelos autores dos livros justamente para serem ferramentas de ensino ao professor, e com isso facilitar a compreensão dos conceitos abstratos. Disso decorre o modo como elas são apresentadas, cabendo ao professor e aos estudantes desenvolvê-las durante o processo.

A análise estrutural das comparações encontradas nos livros didáticos, realizadas por meio do Mapeamento Estrutural das correspondências entre elementos, atributos e relações estabelecidas, permitiu-nos concluir que as comparações utilizadas para o conceito de funções têm sido construídas com foco relacional nos elementos e atributos dos conceitos que compõem cada domínio, o que revela uma comparação com um caráter metafórico, ou seja, não é explícito o que se compara em cada situação. Todavia, o modo como são apresentadas, principalmente no formatado do LD1 e LD5, não as compromete ou as invalida para o contexto e a finalidade do seu emprego no ensino de funções, pois concordamos que se trata de uma comparação estruturalmente consistente, que utiliza elementos visuais-verbais que contribuem com o estabelecimento das correspondências. Outro ponto importante a ser destacado é que as analogias encontradas nos LD não informam os seus limites, isto é, não desvinculam o elemento

alvo do análogo e não apresentam relações de ordem superior, onde é possível indicar a analogia pouco desenvolvida, apenas com elementos essenciais.

Nesse aspecto, o Mapeamento Estrutural se mostrou uma ferramenta potencial para a análise de analogias e de outros tipos de comparações em livros didáticos. Essa ferramenta de análise permitiu identificar e compreender cada correspondência estabelecida entre elementos e seus atributos em cada domínio das comparações, além de favorecer a identificação das relações construídas pelos autores no domínio alvo da comparação que não foram construídas no domínio base.

Dessa forma, este trabalho destaca-se como uma contribuição para as pesquisas que investigam a utilização de analogias como ferramentas didáticas no ensino de Matemática, uma vez que pode tornar a sua linguagem mais acessível aos estudantes e possibilitá-los adquirir um raciocínio abstrato mais efetivo, além de criar maiores alternativas aos professores nas situações de ensino e de aprendizagem em sala de aula. Todavia, julgamos importante contornar a falta de pesquisa no tema, sendo necessário que essas estratégias nos LD sejam empregadas de maneira crítica e reflexiva.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Pedro. **Matemática**: Estudo de funções. Curitiba: Sistema Positivo de Ensino, 2022.

BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática**. São Paulo: Moderna, 2018.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. 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 Ciências**, [S. l.], v. 6, n. 3, 2011. Disponível em <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4045>. Acesso em: 5 ago. 2023.

BRASIL. Brasília. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília. 2021. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/historico>. Acesso em: 5 de ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 02 out. 2023.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o Ensino de ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, 2(3), 1989. p. 117-129.

CHAVANTE, Eduardo Rodrigues. **Convergências matemática** São Paulo: Edições SM, 2018.

CLEMENT, J. Usando analogias de ponte e intuições de ancoragem para lidar com os preconceitos dos alunos em física. **Jornal de pesquisa em ensino de ciências**, 30 (10), 1993. p. 1241-1257.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, 13, 1984. p. 99-117.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática volume único**. São Paulo: Ática, 2018.

DANTE, Luiz Roberto. **Teláris matemática**. São Paulo: Ática, 2005.

DE MENEZES Leão, N. M.; Kalhil, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, n. 4, 2015. p. 12. Disponível em: https://www.lajse.org/nov17/22009_Menezes_2017.pdf. Acesso em: 5 ago. 2023.

DEZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. (Orgs). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 432. Disponível em: <http://bds.u-nb.br/handle/123456789/863>. Acesso em: 5 ago. 2023.

DUARTE, M. da C. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 10, n. 1, 2016. p. 7-29. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/520>. Acesso em: 5 ago. 2023.

DUIT, Reinders et al. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, 1991. p. 649-672. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227566389_The_role_of_analogies_and_metaphors_in_learning_science. Acesso em: 5 ago. 2023.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo do pensamento. Trad. Mércles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, V.7, n.2, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 5 ago. 2023.

FABIÃO, L. S. & DUARTE, M. D. As analogias no ensino de Química: um estudo no tema Equilíbrio Químico com alunos/futuros professores de Ciências. In NARDI, R. & ALMEIDA, M. J. P. M. (org.). **Analogia, leituras e modelos no Ensino da Ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 29-44.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 1, n. 3, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4164>. Acesso em: 5 ago. 2023.

FERRY, A. D. S., & PAULA, H. D. F. **Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química**. X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS–X ENPEC. Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.

FERRY, A. S. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Programa de pós-graduação em educação: Conhecimento e inclusão social, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-AR8GMT>. Acesso em: 5 ago. 2023.

FONSECA, Eliane G.S.; NAGEM, Ronaldo Luiz. A utilização de modelos, analogias e metáforas na construção de conhecimentos significativos à luz da teoria de Vygotsky. **II SINECT**. UTFPR: Ponta Grossa, 2010. Disponível em: <https://famigvirtual.com.br/famig-libertas/index.php/libertas/article/download/27/24/>. Acesso em: 5 ago. 2023.

GAY, Maria Regina Garcia; SILVA, Willian Raphael Silva. **Araribá mais: matemática**. São Paulo: Moderna, 2018

GENTNER et al. Metaphor Is Like Analogy. In Centner, D., Holyoak, K.J. & Kokinov, B.N. (Eds.). **The analogical mind: Perspectives from cognitive science**. Cambridge MA, MIT Press, 2001. p. 199-253.

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive science**, 7(2), 1983. p. 155-170.

GENTNER, D.; Markman, A. B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, 1997. p. 45-56.

GIOVANNI JÚNIOR, José Ruy. **A conquista da matemática**. São Paulo: FTD, 2018.

GLYNN, S. Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In: **The psychology of learning science**. Routledge, 2012. p. 219-240.

GLYNN, S. O modelo de ensino com analogias. **Ciência e crianças**, v. 44, n. 8, 2007. p. 52.

GONZÁLEZ, B. M. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 37, n. 2, 10 dic. 2005. p. 1-16. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2716>. Acesso em: 5 ago. 2023.

HARRISON, A.G. & TREAGUST, D.F. Teaching With analogies: a case study in grade 10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**. 30(10). (Special Issue: The role of analogy in science and science teaching), 1993. p. 1291-1307.

MACIEL, C. G. M., RAMOS, I. J., NAGEM, LT, I., OLIVEIRA, E.F. Analogias, imagens e modelos como recursos didáticos no ensino de geometria plana. **Latin American Journal of Science Education / Lat. Am. J. Sci. Educ.** 4, 12004, 2017.

MELO, M. S.; PARAGUAÇU, F. Uma revisão de literatura sobre o uso das analogias no ensino de Ciência e Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.]**, v. 12, n. 4, 2021. DOI:10.26843/rencima.v12n4a35. p. 1-19. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2823>. Acesso em: 5 ago. 2023.

MÓL, G.S. **O uso de analogias no ensino de Química**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999.

NAGEM, R. L., & de Oliveira, E. F. Analogias e metáforas em livros didáticos de matemática. **Educação & Tecnologia**, 9(2). 2011

NAGEM, R. L.; Carvalhaes, D. O.; Dias, J. A. Y. T. Uma proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**. 2(14), 197-213. Universidade do Minho, 2001.

NAGEM, R. L. Metodologias de ensino e pesquisa na área da educação em ciência. In **Seminário de Educação em Ciências**. Belo Horizonte: CEFET/MG, 1997.

NEWBY, T. J., & Stepich, D. A. Learning abstract concepts: The use of analogies as a mediational strategy. **Journal of Instructional development**. 1987. p. 20-26.

NEWTON, D. P., & Newton, L. D. Using analogy to help young children understand. **Educational Studies**, 21(3), 1995. p. 379-393

OLIVEIRA, Carlos N.C. de. **Geração alpha matemática**. São Paulo: Edições SM, 2018.

OLIVEIRA, E. **Analogias e Metáforas como Recursos Didáticos para o Ensino da Matemática**. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET- MG. 2005.

PENA GUIMARÃES, R. A.; RIBEIRO, M. T. D. Química com analogias: o estudo da viabilidade de um guia didático, a partir de reflexões docentes. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e21012, 2021.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11565>

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo-RS: Editora Feevale, 2013.

RODRIGUES, M. U.; AZEVEDO, S. G. de M. . Pesquisas sobre o software GeoGebra para a prática do professor de matemática no ensino fundamental. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e22055, 2022.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14030>

SAMPAIO, Fausto Arnaud. **Trilhas da matemática**. São Paulo: Saraiva, 2018.

SANTOS, Maria Emerlinda. Analogias na Formação Inicial de Professores de Ciências Naturais. Dissertação de Mestrado - Universidade de Aveiro, Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Lisboa, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/1311>. Acesso em: 5 ago. 2023.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F.; SILVA-FORSBERG, M. C. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2016. p. 591-603. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/264>
Acesso em: 5 ago. 2023.

SEIFFERT SANTOS, S. C. Uma reflexão sobre o uso de analogias no ensino de ciências e o desdobramento multimodal da realidade: o exemplo de tópicos da teoria da evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 25, n. 2, 2020. p. 80-97. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1631>. Acesso em: 5 ago. 2023.

SILVEIRA, Ênio. **Matemática**: compreensão e prática. São Paulo: Moderna, 2018.

TEIXEIRA, A. S. M.; MUSSATO, S. Contribuições do software GeoGebra nas aulas com sólidos geométricos de faces planas nos anos iniciais do ensino fundamental. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 449-466, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10835>

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental-proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 01, 2003. p. 93-104.

VOSNIADOU, Stella; ORTONY, André (Ed.). **Similaridade e raciocínio analógico**. Reino Unido: Imprensa da Universidade de Cambridge, 1989.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Lucas Cunha da Silva

Introdução: Lucas Cunha da Silva

Referencial teórico: Lucas Cunha da Silva

Análise de dados: Lucas Cunha da Silva

Discussão dos resultados: Lucas Cunha da Silva

Conclusão e considerações finais: Lucas Cunha da Silva

Referências: Lucas Cunha da Silva

Revisão do manuscrito: Saulo César Seiffert Santos

Aprovação da versão final publicada: Saulo César Seiffert Santos

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os autores declaram que o conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo e que poderão ser disponibilizados.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

CUNHA, Lucas; SEIFFERT SANTOS, S. C. A utilização de analogias como recurso didático no ensino de matemática: uma análise estrutural em livros didáticos no ensino do conceito de função. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23084, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.16102>

COMO CITAR - APA

Cunha, L. & Seiffert Santos, S. C. (2023). A utilização de analogias como recurso didático no ensino de matemática: uma análise estrutural em livros didáticos no ensino do conceito de função. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23084. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.16102>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>

PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Três pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

HISTÓRICO

Submetido: 06 de agosto de 2023.

Aprovado: 19 de setembro de 2023.

Publicado: 22 de novembro de 2023.