

ANÁLISE DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O PCK (MTSK) PARA O ENSINO DE FUNÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION ON PCK (MTSK) FOR TEACHING FUNCTIONS IN BASIC EDUCATION

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE EL PCK (MTSK) PARA FUNCIONES DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN BÁSICA

Helio Cinquini Vianna Júnior*  

Leandro Carbo**  

Jeferson Gomes Moriel Junior***  

RESUMO

O tópico de Funções tem diversas aplicabilidades na vida cotidiana e seus conceitos estão presentes em toda a Educação Básica. O objetivo deste trabalho é analisar o Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) para o ensino de Funções na Educação Básica em produções científicas (estado do conhecimento) que se encontram na *Web Of Science* entre 2015 e 2020. O referencial teórico adotado é o modelo teórico-analítico *Mathematics Teachers' Specialized Knowledge* (MTSK). Trata-se de uma abordagem qualitativa, quanto ao procedimento é uma pesquisa bibliográfica do tipo estado do conhecimento das produções científicas sobre o conhecimento docente para o ensino de Funções na Educação Básica, utilizando como instrumento de análise o iMTSK. Os resultados revelam 39 indício e/ou evidências de conhecimento especializado em todos os subdomínios do Conhecimento Didático do Conteúdo em 6 produções analisadas, sendo eles sobre tarefas para o ensino dos conceitos de Função com contextos que se aproximam do cotidiano dos estudantes, exemplos, analogias de Funções como uma máquina como estratégia de ensino e metodologia de resolução de problemas (Conhecimento de Ensino de Matemática); potencialidades, dificuldades e possíveis erros dos estudantes relacionados ao tópico de Funções, contextos que são familiares para os estudantes, palavras similares que podem ser utilizadas para melhor compreensão da definição matemática (Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática); e habilidades que os estudantes deverão adquirir, conhecimentos prévios, conceitos que serão necessários mais adiante e sobre a importância da compreensão total do tópico de Funções para a aprendizagem de tópicos futuros (Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem Matemática).

Palavras-chave: Ensino de Funções. MTSK. Educação Básica. Matemática

* Mestre em Ensino e Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT). Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso (SEDUC - MT), Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Travessa 10, 3623, W, Jardim Buritis, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78303-697. E-mail: helio_cinquini@hotmail.com.

**Doutor em Química pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professor no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Jaciara, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Itararé, 471, Santa Rita, Jaciara, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78820-000. E-mail: leandro.carbo@ifmt.edu.br.

***Doutor em Educação em Ciências e Matemática (UFMT-REAMEC). Professor do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Santa Mônica, 144, apto 208, Santa Marta, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78043-625. E-mail: jeferson.moriel@ifmt.edu.br.

ABSTRACT

The Functions' topic has some applicability in the everyday life and their concepts are present in all basic education. The objective of this work is to analyze the didactic content knowledge (PCK) for the teaching of functions in basic education in scientific productions (state of knowledge) that are found on Web Of Science between the years of 2015 and 2020. The theoretical framework adopted is the theoretical-analytical model Mathematics Teachers' Specialized Knowledge (MTSK). It's about the state of knowledge of scientific productions about the teaching knowledge for teaching of Functions in basic education, using the iMTSK as an analysis tool. The results reveal 39 indications and/or evidence of specialized knowledge in all the subdomains of Didactic Content Knowledge in 6 analyzed productions, being them about tasks for teaching Function concepts with context that approach the daily lives of students, examples, analogies of Functions as a machine as a teaching strategy and problem-solving methodology (Knowledge of Mathematics Teaching); potentialities, difficulties and possible mistakes of students related to the topic of Functions, contexts that are familiar to students, similar words that can be used for a better understanding of the mathematical definition (Knowledge of Mathematics Learning Characteristics); and skills that students are expected to acquire, prior knowledge, concepts that will be needed later, and the importance of fully understanding the topic of Functions for learning future topics (Knowledge of Mathematics Learning Patterns).

Keywords: Teaching Functions. MTSK. Basic Education. Mathematics.

RESUMEN

El tema de las Funciones tiene varias aplicabilidades en la vida cotidiana y sus conceptos están presentes en toda la Educación Básica. Tiene como objetivo analizar el Conocimiento del Contenido Didáctico (PCK) para la enseñanza de Funciones en Educación Básica en producciones científicas (estado del conocimiento) que se encuentran en la Web Of Science (2015-2020). El marco teórico adoptado es el modelo teórico - Conocimiento Especializado de los Profesores de Matemática Analítica (MTSK). Este es el estado de conocimiento de las producciones científicas sobre saberes didácticos para la enseñanza de Funciones en Educación Básica, utilizando como herramienta de análisis el iMTSK. Los resultados revelan 39 indicios y/o evidencias de conocimiento especializado en todos los subdominios del Conocimiento del Contenido Didáctico en 6 producciones analizadas, que se trata de tareas para la enseñanza de conceptos de Función con contextos cercanos a la vida cotidiana de los estudiantes, ejemplos, analogías Funciones como una máquina como estrategia de enseñanza y metodología de resolución de problemas (Conocimiento de la Enseñanza de las Matemáticas); potencialidades, dificultades y posibles errores de los estudiantes relacionados con el tema de Funciones, contextos que les son familiares a los estudiantes, palabras similares que pueden ser utilizadas para una mejor comprensión de la definición matemática (Conocimiento de Matemáticas Características del Aprendizaje); y habilidades que se espera que adquieran los estudiantes, conocimientos previos, conceptos que se necesitarán más adelante y la importancia de comprender completamente el tema de Funciones para el aprendizaje de temas futuros (Conocimiento de Patrones de Aprendizaje de Matemáticas).

Palabras clave: Enseñanza de Funciones. MTSK. Educación Básica. Matemáticas.

1 INTRODUÇÃO

Os conceitos de função estão presentes ao longo de toda a Educação Básica, seja de forma implícita ou explícita (ARDENGHI, 2008), e são úteis para modelar diversas situações do cotidiano (VIANNA JÚNIOR; CARBO; MORIEL JUNIOR, 2022), como, por exemplo, o

valor a ser pago em um posto de combustível em função da quantidade de combustível abastecida pelo veículo ou a relação existente entre o tempo gasto em um deslocamento em função da velocidade média durante o percurso.

Apesar das inúmeras aplicações que estão inseridas no cotidiano, muitos estudantes demonstram dificuldades de aprendizagem relacionadas a este tópico, das quais Fonte (2002) cita a compreensão das diversas representações e as relações existentes entre elas; aceitar que uma função deve sempre ser representada na forma algébrica; associações de equações $x = k$ e $y = k$ aos seus respectivos gráficos; a não aceitação de Funções Constantes; compreensão dos significados dos parâmetros algébricos no contexto geométrico e compreensão da afirmação da conexão cartesiana. Tais problemáticas podem estar associadas às práticas pedagógicas que envolvem o uso abusivo de símbolos sintáticos que não fazem sentido para o aluno (ARCAVI, 1995).

O professor é uma peça importante no processo educativo (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2018), e os conhecimentos mobilizados por ele têm sido uma das principais tendências de investigações em Educação Matemática (PAZUCH; RIBEIRO, 2017), evidenciando cada vez mais que, para ensinar e fazer aprender Matemática, é preciso que haja uma combinação entre conhecimentos matemáticos e pedagógicos (MCCRORY ET AL., 2012; WIELEWSKI; MORIEL JUNIOR, 2021).

Pazuch e Ribeiro (2017) realizaram uma revisão da literatura sobre o conhecimento docente e o conceito de Função em produções classificadas como *webqualis* A1, A2 e B1 em Esino, no período compreendido entre 2006 a 2015, obtendo os principais referenciais teóricos utilizados nas produções, sendo eles o Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT) e o *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) os mais citados; a compreensão dos conceitos de Funções por parte dos professores em formação inicial e continuada como os principais focos da produção; e os métodos utilizados pelos pesquisadores (estudos de caso, questionários e discussão teórica) e os principais resultados das pesquisas (construções conceituais delineadas, as dificuldades encontradas pelos professores em relação aos conceitos de função, os conhecimentos mobilizados pelos docentes e a necessidade de resultados requeridos em formação inicial e continuada).

Considerando a importância do tópico de Funções para a compreensão tanto de tópicos matemáticos como de outras áreas (VIANNA JÚNIOR; CARBO; MORIEL JUNIOR, 2022) e a relevância das produções científicas sobre o conhecimento docente no ensino de Funções para melhorias da aprendizagem (VIANNA-JÚNIOR; MORIEL-JUNIOR, 2021), nos

questionamos: quais os avanços das produções científicas sobre o conhecimento do professor de Matemática para o ensino de Funções na Educação Básica? O objetivo do trabalho foi analisar o Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) para o ensino de Funções na Educação Básica em produções científicas que se encontravam na *Web Of Science* entre 2015 e 2020. Trata-se do recorte de uma pesquisa de mestrado desenvolvida pelo primeiro autor sob a orientação do segundo e do terceiro autor.

O presente artigo se inicia com uma apresentação do referencial teórico adotado para o estudo, que se refere ao Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK) de Carrillo et al. (2014), posteriormente é descrita a metodologia de pesquisa escolhida para realizar o estudo bibliográfico de abordagem metodológica estado do conhecimento de característica qualitativa sobre a temática em questão, bem como situamos o leitor sobre os critérios de seleção das produções e a análise dos dados. Por fim, apresentamos os resultados com as descrições dos conhecimentos especializados identificados na pesquisa. Tais resultados se inserem nos esforços de pesquisa do TSK *Group* do Instituto Federal de Educação de Mato Grosso, *campus* Cuiabá¹.

2 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA (MTSK)

O referencial teórico adotado para este artigo é o modelo teórico-analítico *Mathematics Teachers' Specialized Knowledge* (MTSK), que diz respeito a um conjunto de conhecimentos que um professor mobiliza ou deve mobilizar para ensinar e fazer aprender Matemática (CARRILLO et al., 2014). Esse conjunto de conhecimentos é específico do professor de Matemática, diferenciando-o de outros usuários deste componente curricular (ARAUJO, 2018; ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARYAN; CARRILLO-YÁÑEZ, 2018), sendo considerado como uma ferramenta importante para a investigação do conhecimento especializado de professores de Matemática (MORIEL JUNIOR; ALENCAR, 2020).

O MTSK é composto por dois domínios (Figura 1), o Conhecimento Matemático (MK) e o Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK), e cada um deles contém três subdomínios e suas respectivas categorias que são considerados eficientes para analisar e descrever o

¹ <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/529979>

conhecimento científico do professor de Matemática (MORIEL JUNIOR, 2021), podendo ser utilizado para formar professores (CARRILLO-YAÑEZ et al., 2018).

O Conhecimento Matemático (MK) integra o conhecimento do professor sobre a Matemática como uma disciplina científica voltada para o ensino, sendo composto pelos seguintes subdomínios e categorias:

- *Conhecimento dos Tópicos Matemáticos* – KoT (Definições, Propriedades e seus Fundamentos; Fenomenologias e Aplicações; Registros de Representações; Procedimentos);
- *Conhecimento da Estrutura Matemática* – KSM (Conexões de Simplificação; Conexões Auxiliares; Conexões de Complexidades; Conexões Transversais);
- *Conhecimento da Prática Matemática* - KPM (Definir, Demonstrar, usar Heurísticos e Exemplificar).

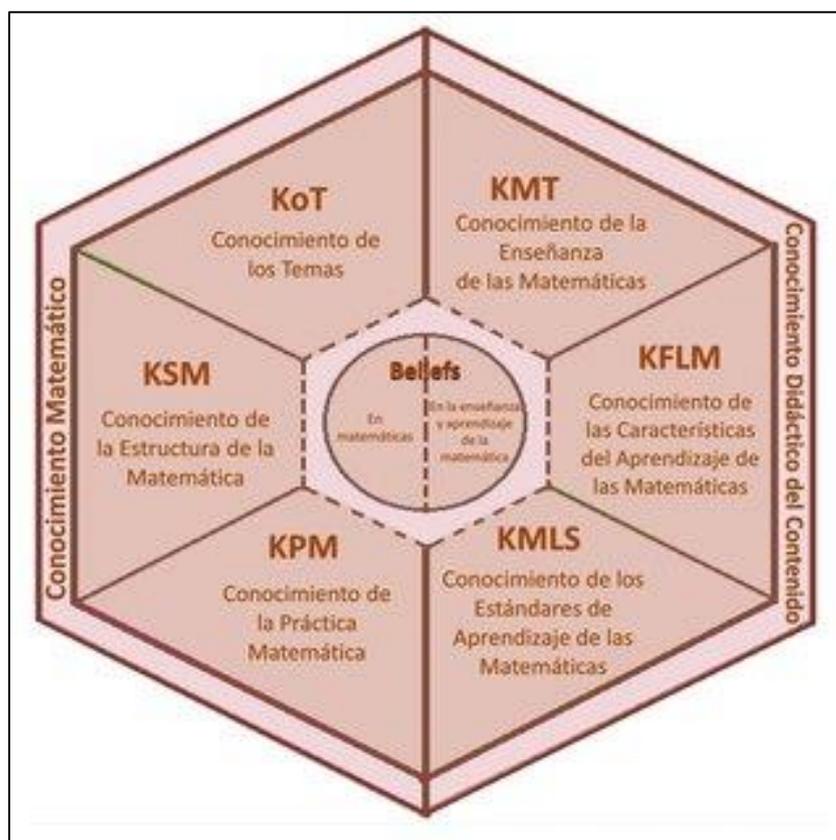


Figura 1 – Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK)
Fonte: Carrillo et al. (2014)

O Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) é composto pelos seguintes subdomínios e categorias:

- *Conhecimento do Ensino da Matemática – KMT* (Teorias de Ensino; Recursos de Ensino; Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos);
- *Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática – KFLM* (Teorias de Aprendizagem; Potencialidades e Dificuldades de Aprendizagem; Interação do Estudante com o Conteúdo; Aspectos Emocionais de Aprendizagem Matemática);
- *Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem de Matemática – KMLS* (Resultados Esperados de Aprendizagem; Nível de Desenvolvimento Conceitual ou Procedimental Esperado; Sequenciação de Tópicos).

Neste artigo, teremos como foco o domínio do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK), descrevendo, a seguir, seus respectivos subdomínios e categorias.

2.1 Conhecimento do Ensino da Matemática – KMT:

Neste subdomínio, consideram-se os conhecimentos sobre recursos materiais, formas de apresentar os conteúdos e as potencialidades que podem ter para instruções durante o ensino. A categoria de Teorias de Ensino se refere ao conhecimento metodológico para apresentar determinado conteúdo, como, por exemplo, o ensino de Funções através da metodologia da modelagem matemática (SOARES, 2017).

Na categoria de Recursos Materiais e Virtuais estão os conhecimentos do professor sobre os diferentes recursos que podem ser explorados durante o processo de ensino, bem como os benefícios e dificuldades provindas de sua utilização. Dentre esses recursos estão, por exemplo, os livros didáticos, planilhas eletrônicas e *softwares*. No tópico de Funções, o auxílio de *softwares* pode ser utilizado a fim de observar o comportamento de diferentes gráficos (ARAUJO, 2018).

Por sua vez, dentro da categoria de Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos estão os conhecimentos sobre tarefas exploratórias, metáforas, analogias, técnicas de ensino e diferentes exemplos que podem ser utilizados para potencializar o ensino, tal como aplicar tarefas exploratórias contextualizadas que possibilitem a compreensão das propriedades e as diferentes definições de Funções, bem como transitar entre os diferentes registros de representação.

2.2 Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática – KFLM:

Estão contidos no KFLM os conhecimentos dos professores relacionados às características de aprendizagem de Matemática com foco no conteúdo matemático como objeto de estudo, reconhecendo as formas de raciocínio e os procedimentos utilizados pelos estudantes em Matemática (CARRILLO-YÁÑEZ et al., 2018). Na categoria de Teorias de Aprendizagem se enquadram os conhecimentos relativos a teorias pessoais e institucionalizadas de desenvolvimento cognitivo dos estudantes (MORIEL JUNIOR, 2014; CARRILLO-YÁÑEZ et al., 2018).

Dentro da categoria de Potencialidades e Dificuldades de Aprendizagem estão os conhecimentos sobre possíveis erros e obstáculo dos estudantes, bem como as potencialidades que podem aproveitar para aprendizagem. Em Funções, inclui reconhecer que os estudantes encontram dificuldades para identificar relações funcionais que não são representadas na forma algébrica (FONTE, 2002; SANTOS; BARBOSA, 2017), e também que o aprendizado do aluno pode ser potencializado ao relacionar os registros de representação de diagrama de flechas, tabular e gráficos, assim como associar a Função ao processo de uma máquina (ARAUJO, 2018).

A categoria de Interação dos Estudantes com o Conteúdo envolve o conhecimento sobre os processos e vocabulários abordados durante o processo de ensino e também sobre as estratégias comuns adotadas pelos estudantes ao resolver determinados problemas (MORIEL JUNIOR, 2014). Por fim, na categoria de Aspectos Emocionais de Aprendizagem Matemática está o conhecimento relacionado a situações do cotidiano que motivam os estudantes, sobre as expectativas dos alunos em Matemática e aos seus interesses.

2.3 Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem de Matemática – KMLS:

Considera-se, neste subdomínio, o conhecimento curricular, envolvendo o Nível Conceitual e Procedimental que o aluno pode ou deve alcançar, bem como as habilidades e competências a serem desenvolvidas em cada nível escolar. Na categoria de Resultados Esperados de Aprendizagem se encontra o conhecimento sobre o nível conceitual e procedimental que o estudante pode ou deve alcançar. Em Funções, os estudantes devem compreender as definições, propriedades e seus diferentes registros de representação (ARAUJO, 2018).

Na Sequenciação de Tópicos se enquadram os conhecimentos prévios dos estudantes para enfrentarem determinadas tarefas e as potencialidades que devem desenvolver em um determinado tópico para a compreensão de tópicos futuros, por exemplo: saber que, ao estudar Funções no Ensino Médio, o estudante já tem ou deve ter conhecimento sobre o tópico de equações e que os conceitos de função serão necessários para a compreensão das progressões aritméticas e geométricas.

E quanto à categoria de Nível Conceitual e Procedimental Esperado, se encontram os conhecimentos sobre qual tipo de abstração pode fazer um estudante em determinada etapa escolar, ou seja, o que o mesmo pode ou deve alcançar. No Ensino Médio, por exemplo, que um aluno seja capaz de compreender os conceitos de função e suas diferentes representações e o sentido que este conceito pode assumir em diferentes contextos.

3 METODOLOGIA

Quanto à abordagem metodológica desta pesquisa, trata-se do estado do conhecimento, visando discutir a produção científica sobre o conhecimento docente para o ensino de Funções na Educação Básica para melhor compreensão da temática em questão por meio do mapeamento e da sistematização dos conhecimentos identificados nas produções científicas (KOHLS-SANTOS; MOROSINI, 2021; SILVA; SANTOS, 2022). É uma pesquisa bibliográfica que discute a revisão da literatura sobre a temática em questão (VILAÇA, 2010) a partir de uma abordagem qualitativa, com a análise dos dados em toda a sua riqueza, respeitando as formas como foram descritos (BOGDAN; BLIKEN, 1994). Em relação aos objetivos, o trabalho é classificado como analítico-descritivo a partir do levantamento bibliográfico e revisão da produção científica (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

A fonte de dados da presente pesquisa foi a base *Web Of Science*, na qual buscamos por produções científicas que abordassem sobre o conhecimento do professor de Matemática para o ensino de funções na Educação Básica, sendo escolhida devido à grande quantidade de pesquisas nacionais e internacionais reunidas que se encontram dentro da área de educação (GUMIERO; PAZUCH, 2020). O recorte por período escolhido foi devido ao número de produções identificadas na base, estabelecendo o período de 2015 a 2020 com a finalidade de obter os avanços das produções científicas em relação aos estudos de Pazuch e Ribeiro (2017).

Buscou-se por produções científicas relativas ao conhecimento docente para o ensino de Funções utilizando os seguintes descritores que contemplassem a temática em questão: (1)

Teaching, Knowledge, Functions, Mathematics (444 artigos); (2) *Mathematics Knowledge AND Concept Functions* (100 artigos); (3) *Teacher Mathematics Knowledge AND Functions* (380 artigos); (4) *Mathematics Teacher Knowledge for Teaching Function* (183 artigos); (5) *Teacher Mathematics Knowledge AND Teaching Functions* (103 artigos).

Diante dos resultados encontrados, realizou-se a exclusão por período (2015 - 2020), em que desconsideramos todas as produções indexadas antes de 2015 e depois de 2020, restando 271 artigos no descritor (1), 60 artigos no descritor (2), 228 artigos no descritor (3), 124 artigos no descritor (4) e 63 artigos no descritor (5). Em seguida, fora realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave das produções para realizar a exclusão por temática, em que foram descartados artigos que tratavam de outras áreas que não a Matemática ou que não se tratavam do conhecimento docente para o ensino de Funções na Educação Básica, restando 6 artigos no descritor (1), 6 artigos no descritor (2), 3 artigos no descritor (3), 3 artigos no descritor (4) e 4 artigos no descritor (5).

Por fim, foram excluídas as produções científicas repetidas encontradas com diferentes descritores, resultando no seguinte corpus de análise apresentado no Quadro 1 com seus respectivos autores, objetivos e participantes das pesquisas. Optou-se por codificar as produções para facilitar a leitura dos resultados e por manter os nomes fictícios dados pelos autores aos participantes nos artigos A01, A02, A03, A04, A05 e A06.

Quadro 1 - Córpus de análise

Código	Autores	Objetivo (tradução nossa)	Participantes
A01	Rodriguez-Flores <i>et al.</i> (2016)	Descrever o processo de ensino, identificar os componentes do conteúdo que caracterizam um professor de Matemática que ensina os conceitos básicos de função.	1 professor de uma escola pública da Costa Rica.
A02	Espinoza-Vásquez <i>et al.</i> (2016)	Fazer uma relação entre Espaço de Trabalho Matemático (ETM) e o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK) ao analisar um episódio de aula em que o professor ensina os conceitos básicos de função.	1 professor (Arturo).
A03	Espinoza-Vásquez <i>et al.</i> (2017)	Avaliar o conhecimento docente sobre o conceito de função e seu ensino na perspectiva do MTSK, principalmente quando o professor utiliza a analogia para facilitar a compreensão dos conceitos de função.	1 professor do Chile (Arturo)
A04	Hataru e Erbas (2017)	Examinar as possíveis inter-relações entre o MKT dos professores do Ensino Médio e os resultados de aprendizagem de seus alunos sobre o conceito de Função.	2 professores do 9º ano do Ensino Médio profissionalizante da Turquia (Ali e Fatma)
A05	Rodriguez-Flores <i>et al.</i> (2018)	Caracterizar o Conhecimento Especializado do Conteúdo do professor de Matemática ao ensinar os conceitos de Função na Educação Básica em uma escola pública da Costa Rica.	1 professor de uma escola pública da Costa Rica.
A06	Espinoza-	Identificar quais conhecimentos são colocados em	2 professores de uma escola

Vásquez; Zakarayan; Carrillo Yáñez (2018)	prática pelo professor de Matemática ao utilizarem analogia para ensinar os conceitos básicos de Função.	privada do Chile (Arturo e Jaime)
--	--	-----------------------------------

Fonte: Produzido pelos autores (2023)

Foram analisados os trechos em que haviam indícios e/ou evidências de conhecimento especializado (MORIEL-JUNIOR; CARRILLO, 2014) que se referem ao subdomínio do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK). Para a análise do conhecimento especializado utilizou-se o instrumento de análise iMTSK (MORIEL JUNIOR, 2021) apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Instrumento de análise iMTSK

Dados	Análise do pesquisador		
	O sujeito manifestou conhecimento...	associado a...	que consiste em...
Trecho do episódio (Fonte, linha ou página)	[subdomínio]	[categoria]	[síntese do conhecimento] ^a
<i>[Exemplo] A aula de resolução de problemas termina quando eu sistematizo o conceito de Princípio fundamental da contagem a partir das soluções dos alunos sobre combinar calças e camisas. (Professora, 3-5)</i>	<i>do ensino de matemática (KMT)</i>	<i>Teorias de ensino</i>	<i>uma das etapas da metodologia 'resolução de problemas' para ensinar o 'Princípio fundamental da contagem': sistematização do conceito 'a partir das soluções dos alunos sobre [o problema de] combinar calças e camisas'</i>

Nota: a. Inicia-se com um artigo (definido ou indefinido) ou um numeral (indicando a quantidade de conhecimentos), seguido pelo elemento central do conhecimento identificado (que não é uma ação), validando-o com citação dos dados. Cada trecho pode conter um ou mais conhecimentos, de um ou mais subdomínios e categorias, indicando suas conexões.

Fonte: Moriel Junior (2021, p. 200)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apontam indícios e/ou evidências de conhecimento especializado referente ao domínio do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) de 8 professores distribuídos entre seus respectivos subdomínios e categorias, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos conhecimentos especializados identificados nas produções

Subdomínios	Categorias	A01	A02	A03	A04	A05	A06	Total
KMT	Recursos de Ensino	-	-	-	2	-	-	2
	Teorias de Ensino	-	-	-	-	1	-	1
	Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos	2	2	2	7	2	4	19
KFLM	Teorias de Aprendizagem	-	-	-	-	-	-	0
	Potencialidades e Dificuldades de Aprendizagem	-	2	-	5	1	2	10
	Interação dos Estudantes com o Conteúdo	-	-	-	-	-	2	2
	Aspectos Emocionais de Aprendizagem Matemática	-	-	-	-	1	-	1
KMLS	Resultados Esperados de Aprendizagem	-	-	-	1	-	-	1
	Nível de Desenvolvimento Conceitual ou Procedimental Esperado	-	-	-	-	-	-	0
	Sequenciação de Tópicos	1	1	-	1	-	-	3
Total de conhecimentos identificados		3	5	2	16	5	8	39

Fonte: Produzida pelos autores (2023).

Foram identificados 39 indícios e/ou evidências de conhecimento especializado distribuídos entre todos os subdomínios do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK), dos quais a maior parte (22) se enquadra no subdomínio do Conhecimento do Ensino da Matemática (KMT), sendo que, neste subdomínio, a maioria dos conhecimentos faz parte da categoria de Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos (19). A seguir (Quadro 2), serão apresentados alguns exemplos da análise de dados, que serão descritos de forma qualitativa para cada subdomínio.

Dados	Análise do pesquisador		
	O sujeito manifestou conhecimento	Associado a...	Que consiste em...
“(Jaime – A06) usa a analogia para ajudar seus alunos a compreender e realizar o cálculo da imagem e pré-imagem, estabelecendo a analogia a partir de sua natureza funcional, comparando a máquina de doces com o processo que define a função” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2018, p. 313, tradução nossa).	Conhecimento do Ensino da Matemática (KMT)	Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos	Uma [estratégia] de ensino utilizada para “ajudar seus alunos a compreender e realizar o cálculo da imagem e pré-imagem, estabelecendo a analogia a partir de sua natureza funcional”.
(Jaime – A06): “Não sei se ajuda o conceito ou não, pois são exemplos	Conhecimento das	Interação do Estudante com o	Conhecimento de uma situação familiar aos

que acho que podem ser úteis para iniciar o processo. Se você me perguntar corretamente sobre esta máquina, claramente não. Acho que nem se lembram, mas, naquele momento, para mim foi um exemplo que achei útil, pelo menos conhecido, porque todo mundo comprou na dispenser, mas acho que não serviu para o resto do que se vê das funções” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2018, p. 315, tradução nossa).	Características de Aprendizagem de Matemática (KFLM)	Conteúdo	estudantes (comparação entre Funções como uma máquina dispenser) que pode ser “útil para iniciar o processo de ensino”, uma vez que, em relação aos estudantes, todos já tenham comprado na <i>dispenser</i> , ou seja, conhecem o seu funcionamento.
“Ela (Fatma – A04) justificou sua escolha como Eles [os alunos] devem ser capazes de identificar se um gráfico ou um conjunto de pares ordenados é uma função” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 715, tradução nossa).	Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem de Matemática (KMLS)	Resultados Esperados de Aprendizagem	Uma [habilidade] que os alunos deverão adquirir para que sejam “capazes de identificar se um gráfico ou um conjunto de pares ordenados é uma função.”

Quadro 2 - Exemplos da análise do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK).

Fonte: Produzido pelos autores (2023).

4.1 Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT)

Quanto à categoria de Recursos Materiais e Virtuais, no artigo A04 ambos os professores fazem o uso de um livro didático. Ali o utiliza para “decidir a ordem do conteúdo de seu ensino” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 712, tradução nossa), enquanto “Fatma adapta as atividades propostas para seus estudantes” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 716, tradução nossa).

Em relação à categoria de Teorias de Ensino, o professor do artigo A05 propõe um problema contextualizado de aplicação de uma Função. Posteriormente, “pede aos alunos que, em grupos, eles resolvam isso (o problema). Uma pessoa de cada grupo deveria ir ao quadro negro para mostrar o procedimento e a solução encontrada” (RODRÍGUEZ-FLORES et al., 2018, p. 97, tradução nossa), o que consiste em um ensino por resolução de problema, em que o professor aproveita as respostas (erros e acertos) dos estudantes para produzir conhecimento matemático.

Quanto à categoria de Estratégias, Técnicas, Tarefas e Exemplos, foram identificadas algumas tarefas que visavam auxiliar na construção dos conceitos de Função. No artigo A01 há a aplicação de duas tarefas: uma em que “o cálculo envolve a tarifa de táxi e a quilometragem rodada” (RODRÍGUEZ-FLORES et al., 2016, p. 8, tradução nossa) na Costa Rica para trabalhar os conceitos de variáveis dependente e independente; e outra que envolve o salário quinzenal de um vendedor de revistas em função do número de revistas vendidas e que tem como objetivo

“introduzir o cálculo de imagem e pré-imagem” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2016, p. 12) de uma Função. No artigo A02, para identificar a imagem e a pré-imagem de uma Função ($f(x) = x + 4$), o professor faz “o uso de outra representação (algébrica)” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2016, p. 202) com a finalidade de encontrar o que se pede através da resolução de uma equação.

No artigo A04, Fatma aplica duas tarefas: uma em que os alunos identificam elementos no conjunto A e devem “descobrir uma regra que mapeou esses elementos para o conjunto B” (tradução nossa) e uma delas foi adaptada e “por meio dessa atividade, ela enfatizou o requisito de univalência de funções e explicou o domínio, o alcance e o conjunto de imagens, e mostrou cada um deles em um diagrama” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 716, tradução nossa). Já no artigo A05, o professor aplica uma tarefa que se encontra dentro de “um contexto de interesse para seus alunos e a usa para identificar elementos de uma função (imagem e pré-imagem)” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2018, p. 100, tradução nossa).

Para instruir os estudantes sobre os conceitos de Função, o professor do artigo A03 se apropria de uma estratégia de ensino ao mencionar que “uma função funciona como uma espécie de máquina. Um exemplo pode ser uma máquina de lavar” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARYAN; YAÑEZ, 2017, p. 3291, tradução nossa), e dá aos alunos um exemplo para encontrar a imagem de uma função ao utilizar número quando menciona que, com os números, a Função não faz lavagem e indica que, para encontrar a imagem da função ($y = x + 2$), basta “adicionar dois a tudo que vier (pré-imagem)” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2017, p. 3293, tradução nossa). Um dos professores do artigo A06 (Arturo) também se apropria desta analogia como uma estratégia de ensino para facilitar a compreensão dos estudantes a respeito da definição de Função, em que a roupa suja seria um elemento do conjunto de saída e “a roupa limpa seria a chegada” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARYAN; CARRILLO YAÑEZ, 2018, p. 316, tradução nossa).

No artigo A04, Ali adota a estratégia da analogia do conceito de Função como um o funcionamento de um “processo ou máquina” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 712, tradução nossa) de moer café para abordar os conceitos de domínio e contradomínio. Além disso, Ali cita alguns exemplos “da vida cotidiana, como a moagem do trigo” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 711, tradução nossa) que poderiam ser utilizados por ele para facilitar a compreensão dos estudantes, mas prefere preparar seus estudantes para as avaliações externas. Fatma, do artigo A04, conhece “algumas analogias”, (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 711, tradução nossa) de Função com uma máquina de lavar ou como um telefone. Além disso, citou exemplos das

funções de alguns objetos como “estojo e gravador de voz” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 716, tradução nossa).

No artigo A06, Jaime utiliza uma estratégia de ensino ao fazer uma analogia de Funções como uma máquina de doces com o intuito de “ajudar seus alunos a compreender e realizar o cálculo da imagem e pré-imagem, estabelecendo a analogia a partir de sua natureza funcional” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARAYAN; CARRILLO YÁÑEZ, 2018, p. 313, tradução nossa) e apresenta dois exemplos (relação entre nomes e sobrenomes, alunos com seu grupo musical favorito) que são utilizados para estabelecer “condições para definir o conceito de função” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARAYAN; CARRILLO YÁÑEZ, 2018, p. 312).

No artigo A04, um dos professores (Ali) dá exemplos de como determinar “a imagem de funções algébricas” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 712, tradução nossa) através de dicas práticas, regras e fórmulas e apresenta um exemplo para mostrar uma “função por meio de uma lista e um mapeamento” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 713, tradução nossa) e encontrar o seu domínio e intervalo. Por sua vez, no artigo A05, o professor apresenta um exemplo sobre o cálculo do peso (P) de uma baleia em função do seu comprimento (L) para “facilitar a compreensão de variáveis dependentes e independentes” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2018, p. 99, tradução nossa) em que o peso (P) se relaciona com o comprimento (L).

No artigo A02 é destacada a organização didática apresentada pelo professor ao selecionar “os tipos de representações, os exemplos dados e as explicações” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2016, p. 202, tradução nossa).

4.2 Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática (KFLM)

Em relação às Potencialidades e Dificuldades de Aprendizagem, no artigo A02, o professor reconhece uma dificuldade dos estudantes em “determinar pré-imagens” de uma Função e leva os seus alunos a um desequilíbrio cognitivo quando pede a eles para encontrarem a pré-imagem da função ($f(x) = 2x + 1$). No mesmo artigo, o professor também reconhece as dificuldades dos alunos em determinar a pré-imagem (raiz) de Funções por estimativas de modo que “não seja tão óbvio” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2016, p. 202, tradução nossa) o número colocado para que a Função chegue a zero.

No artigo A04, Fatma destaca diferentes dificuldades dos estudantes: reconhecer relações funcionais; não reconhecer Funções Constantes quando “a imagem dos elementos do conjunto de domínio era única”; não reconhecer Funções Descontínuas quando “a aluna não

percebeu (b) como uma função porque o gráfico estava desconectado” e ao associar relações funcionais apenas a representações algébricas: “Ela atribuiu ao fato de o aluno não considerar (d) uma função ao fato de ele não estar familiarizado com a expressão verbal de uma função ou visto que não envolve x ” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 715, tradução nossa).

Fatma (artigo A04) reconhece um possível erro dos estudantes ao associar o gráfico de uma Função que passa por dois pontos no plano cartesiano, onde o aluno “pode ter traçado uma linha reta”. Além disso, a professora também conhece uma potencialidade dos estudantes em reconhecer relações funcionais através do diagrama de flechas, em que “os alunos reconheceriam facilmente que a relação era uma função” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 715, tradução nossa).

No artigo A05, o professor ressalta uma dificuldade dos estudantes em “formar um par ordenado” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2018, p. 100, tradução nossa). Tal dificuldade está associada ao fato de os estudantes não reconhecerem os eixos das abscissas (x) e das ordenadas (y), então o professor os ensina a montar um par ordenado que sempre respeite a ordem (x, y), isto é: primeiro a pré-imagem e depois a imagem. No artigo A06, Arturo conhece uma dificuldade que os estudantes do primeiro ano têm para “entender uma definição matemática” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARAYAN; CARRILLO YÁÑEZ, 2018, p. 317, tradução nossa) formal e explora uma alternativa para potencializar a compreensão desses alunos ao fazer “uma explicação dela (definição) usando sinônimos de forma que eles possam entender o que está escrito ali, o que você quer dizer (em relação à definição matemática)” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARAYAN; CARRILLO YÁÑEZ, 2018, p. 317, tradução nossa), que consiste em um vocabulário diferente, que pode ser usado para melhor compreensão do/a aluno/a que se enquadra dentro da categoria de Interações dos Estudantes com o Conteúdo.

Dentro da referida categoria, Jaime (Artigo A06) apresenta uma situação familiar aos estudantes ao comparar o conceito de função com uma máquina *dispenser*. Tal relação pode ser “útil para iniciar o processo de ensino” (ESPINOZA-VÁSQUEZ; ZAKARAYAN; CARRILLO YÁÑEZ, 2018, p. 315, tradução nossa), uma vez que, em relação aos estudantes, todos já tenham comprado em uma máquina *dispenser*, ou seja, conhecem o seu funcionamento.

Quanto aos Aspectos Emocionais de Aprendizagem Matemática, no artigo A05, o professor utilizou “uma situação pessoal” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2018, p. 100, tradução nossa) dentro de uma expectativa de interesse dos seus estudantes (suas notas nas avaliações) e a aproveitou para representar a Função na forma verbal, icônica, numérica e gráfica.

4.3 Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem de Matemática (KMLS)

Na categoria de Resultados Esperados de Aprendizagem, identificou-se no artigo A04 o conhecimento de Fatma sobre uma habilidade que os estudantes deverão adquirir ao mencionar que os mesmos deverão ser “capazes de identificar se um gráfico ou um conjunto de pares ordenados é uma função” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 715, tradução nossa).

Por fim, na categoria de Sequenciação de Tópicos, o professor do artigo A01 apresenta o conceito de pares ordenados, ressaltando que o mesmo será utilizado mais adiante, citando que: “veremos no plano cartesiano para localizar os pontos” (RODRIGUEZ-FLORES et al., 2016, p. 12, tradução nossa). No artigo A02, o professor cita um conhecimento prévio que os estudantes desenvolveram ou deveriam ter desenvolvido ao estudarem anteriormente, sendo eles: “equações e desigualdades” (ESPINOZA-VÁSQUEZ et al., 2016, p. 203, tradução nossa) para que pudesse ensinar a determinar a pré-imagem de uma Função através da resolução de uma equação. Já no artigo A04, Fatma considera importante a compreensão total do tópico de Funções para ajudar “os alunos aprenderem tópicos mais avançados” (HATISARU; ERBAS, 2017, p. 716, tradução nossa).

A seguir, o Quadro 3 apresenta uma síntese do conhecimento especializado que se refere ao Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) para o ensino de Funções na Educação Básica a partir das produções analisadas. Os conhecimentos identificados estão separados por subdomínio:

Quadro 3 - Síntese do Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) que aparece nas produções

Subdomínio	Conhecimento
Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT)	<ul style="list-style-type: none">- Uso de livros didáticos para adaptar atividades;- Ensino de Funções através da metodologia de resolução de problemas;- Tarefas que visam auxiliar na construção dos conceitos de função: valor a ser pago em uma corrida de táxi em função da quilometragem rodada para identificar as variáveis dependentes e independentes; salário de um vendedor de revistas em função do número de revistas vendidas; o peso² (P) de uma baleia em função do comprimento (L); o cálculo através de uma expressão algébrica ($y = x + 4$) e ($y = x + 2$) e uma tarefa dentro do contexto de interesse dos estudantes para identificar imagem e pré-imagem; identificar uma regra que mapeia os elementos de dois conjuntos; tarefa adaptada para enfatizar o requisito de univalência de Funções e explicar sobre domínio, contradomínio e imagem;- Estratégias de ensino de fazer uma analogia de Funções com uma máquina de doces e uma de lavar roupas para determinar a imagem e pré-imagem de uma Função em determinada atividade, analogia do conceito de Função como uma máquina de moer café com uma de lavar e com o telefone;- Organização didática ao selecionar os tipos de representação, os exemplos dados e as explicações.

2 O artigo analisado trouxe a tarefa descrita como o cálculo do peso (P) de uma baleia

<p>Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática (KFLM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade dos estudantes em determinar a pré-imagem de uma Função por estimativas; reconhecer Funções Constantes e Descontínuas; reconhecer Funções na forma verbal (que não envolvem x); formar pares ordenados e compreender conceitos matemáticos formais (definição formal de função); - Contextualizar um problema a uma situação pessoal que se encontra dentro da expectativa dos estudantes (notas dos estudantes em uma avaliação); - Potencialidade em reconhecer relações funcionais a partir do diagrama de flechas; - Possível erro ao traçar sempre uma reta por dois pontos no plano cartesiano; - Uma situação familiar dos estudantes (funcionamento de uma máquina <i>dispenser</i>); - O uso de palavras similares para melhor compreensão da definição matemática de Funções.
<p>Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem Matemática (KMLS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uma habilidade que os estudantes deverão adquirir para avaliar se um gráfico ou um conjunto de pares ordenados corresponde a uma Função; - Um conhecimento prévio que os estudantes têm sobre equações e desigualdades para determinar a pré-imagem de uma Função através da representação algébrica; - Um conceito que será utilizado futuramente (pares ordenados) para a compreensão do plano cartesiano; - A importância da compreensão total do tópico de Funções para o aprendizado de tópicos mais avançados.

Fonte: Produzido pelos autores (2023)

Dentre os conhecimentos especializados identificados nas produções, destacam-se as analogias de Função ao processo de uma máquina como uma estratégia de ensino de seus conceitos. Essa estratégia é vista como um ponto forte para a compreensão e aprendizagem dos estudantes da Educação Básica (ARAUJO, 2018). Ademais, as tarefas (corrida de táxi, o vendedor de revistas e o peso de uma baleia) apresentam situações práticas que aproximam esses conceitos do cotidiano dos estudantes.

Ao se apropriar da metodologia de resolução de problemas, o professor do artigo A05 evita o ensino através de definição-exemplo-exercício e o uso abusivo de símbolos que não fazem sentido para o estudante (ARCAVI, 1995), aproveitando os diferentes raciocínios e respostas dos estudantes, sendo eles corretos ou não para produzir conhecimento matemático.

O conhecimento sobre as dificuldades dos estudantes em reconhecer Funções Constantes, de não reconhecer o gráfico de Funções Descontínuas e não reconhecer Funções na forma verbal (que não envolvem a variável x) são citadas por Fonte (2002). Também se identifica a dificuldade em montar pares ordenados por não reconhecer os eixos das abscissas e das ordenadas. Em um dos artigos (A04) aparece o conhecimento sobre a facilidade que o estudante teria para reconhecer uma relação funcional através do diagrama de flechas. Tal representação é mencionada como um ponto forte de aprendizagem de funções por Araujo (2018).

Em uma das produções (A04), o professor reconhece que os estudantes deverão desenvolver a habilidade de avaliar se um gráfico ou uma lista de pares ordenados correspondem a uma Função. Também foram identificados conhecimentos prévios que os

alunos devem ter (equações e desigualdades) para o cálculo de imagem e pré-imagem, que os alunos devem desenvolver (pares ordenados) para a construção do plano cartesiano e a importância da compreensão total do tópico de Funções para o aprendizado de tópicos mais avançados.

Diante dos seis artigos analisados no período selecionado, e retornando a pergunta do trabalho, identificamos que as produções apontam que para o ensino de Funções na Educação Básica, é necessário conhecer as estratégias para abordar este tipo de conteúdo, de forma a melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscou-se responder à questão: “quais os avanços das produções científicas sobre o conhecimento do professor de Matemática para o ensino de Funções na Educação Básica?” As produções analisadas apontam avanços na caracterização do conhecimento colocado em prática pelo professor de Matemática ao ensinar os conceitos básicos de Funções na Educação Básica, bem como as relações entre tais conhecimentos através das tarefas propostas, das estratégias de ensino adotadas e das abordagens das dificuldades e potencialidades de aprendizagem dos estudantes durante o processo de ensino.

O presente artigo teve como objetivo analisar o Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK) para o ensino de Funções na Educação Básica em produções científicas que se encontram na *Web Of Science* entre 2015 e 2020. Os resultados apontam 39 indícios e/ou evidências de conhecimento especializado distribuídos de forma irregular entre os diferentes subdomínios do PCK, de modo que o subdomínio com maior número de conhecimentos identificados é o Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT), enquanto o subdomínio com o menor número de conhecimentos identificados foi o Conhecimento dos Padrões de Aprendizagem de Matemática (KMLS).

Foram identificados conhecimentos sobre tarefas propostas para que os estudantes compreendessem melhor os conceitos de Função, as estratégias de ensino através da analogia de Funções como uma máquina, o conhecimento sobre os possíveis erros, as dificuldades e as potencialidades dos estudantes relacionadas ao tópico em questão, o uso de palavras similares para melhor compreensão por parte dos estudantes, bem como situações familiares a eles. E também o conhecimento sobre uma habilidade que os alunos deverão desenvolver, os

conhecimentos prévios que podem ou devem ter, os conceitos que serão utilizados posteriormente e a importância da compreensão total do tópico em questão.

Os resultados apresentados podem interessar a professores que ensinam Matemática na Educação Básica, como forma de reflexão sobre a sua prática docente e seus planejamentos sobre o referido tópico, a professores formadores que podem elaborar atividades formativas que ajudem a desenvolver o conhecimento especializado e a pesquisadores da área da Educação Matemática através dos avanços acerca do Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK).

Quanto às limitações, destacamos a necessidade de novas pesquisas sobre a temática em questão em outras bases de dados.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, W. R. D. **Conhecimento especializado do professor de matemática sobre função no contexto de uma experiência prévia de lesson study**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

ARCAVI, A. Teaching and learning algebra: Past, present, and future. **The Journal of Mathematical Behavior**, v. 14, n. 1, p. 145–162, mar. 1995.

ARDENGHI, M. J. **Ensino e aprendizagem do conceito de função: pesquisas realizadas no período de 1970 a 2005 no Brasil**. 2008, 182f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11304>. Acesso em: 20 fev. 2023.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto/Portugal: Porto Editora, 1994.

CARRILLO, J.; CONTRERAS, L. C.; CLIMENT, N.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; FLORESMEDRANO, E.; MONTES, M. Á. (Org.). **Un marco teórico para el Conocimiento especializado del Profesor de Matemáticas**. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.

CARRILLO-YAÑEZ, J. et al. The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. **Research in Mathematics Education**, v. 20, n. 3, p. 236–253, set. 2018. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>.

ESPINOZA-VÁSQUEZ, G.; VERDUGO-HERNÁNDEZ, P.; ZAKARAYAN, D.; CARRILLO, J.; MONTOYA-DELGADILLO, E. Hacia una relación entre el ETM y el MTSK a través del concepto de función. In: INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA XX, 2016, Málaga. **Anais do XX SEIEM**. Málaga: Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Málaga, 2016, p. 197-206. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309901777_Hacia_una_relacion_entre_el_ETM_y

[el MTSK a través del concepto de función Toward a relationship between MWS and MTSK through the function concept](#). Acesso em: 20 fev. 2023.

ESPINOZA-VÁSQUEZ, G.; ZAKARYAN, D.; CARRILLO YÁÑEZ, J. El conocimiento especializado del profesor de matemáticas en el uso de la analogía en la enseñanza del concepto de función. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, v. 21, n. 3, p. 301–324, 30 nov. 2018. ISSN 1665-2436. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2133>.

ESPINOZA-VÁSQUEZ, G.; ZAKARYAN, D.; YÁÑEZ, J. C. Use of analogies in teaching the concept of function: Relation between knowledge of topics and knowledge of mathematics teaching. **CERME**, Dublin, v. 10, p. 3288-3295, fev. 2017.

FONTE, B. R. **Algumas concepções e dificuldades sobre o ensino-aprendizagem de Funções envolvendo os contextos algébrico e gráfico e a conexão entre os mesmos**. Temas e Contexto, 2002.

GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. Knowledge Quartet: dimensões, pesquisas e reflexões sobre o conhecimento profissional do professor que ensina matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 34, n. 66, p. 26, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a13>.

HATISARU, V.; ERBAS, A. K. Mathematical Knowledge for Teaching the Function Concept and Student Learning Outcomes. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 4, p. 703–722, abr. 2017. <https://doi.org/10.1007%2Fs10763-015-9707-5>

KOHL-SANTOS, P.; MOROSINI, M. C. O revistar da metodologia do estado do conhecimento para além de uma revisão bibliográfica. **Revista panorâmica**, v. 33. p.123-145, maio/ago. 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/revistapanoramica/index.php/revistapanoramica/article/view/1318>. Acesso em: 07 jul. 2023.

MCCRORY, R. et al. Knowledge of Algebra for Teaching: A Framework of Knowledge and Practices. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 43, n. 5, p. 584–615, nov. 2012. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.43.5.0584>.

MORIEL JUNIOR, J. G. **Conhecimento especializado para ensinar divisão de frações**. 2014. 147f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, 2014.

MORIEL JUNIOR, J. G. Rede de Conhecimentos Especializados Ativados em Formação Docente para Responder a um Porquê Matemático sobre Divisão de Frações. **Acta Sci**, Canoas, v. 23 n.1, p. 193-224, mar./abr. 2021. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6205>

MORIEL JUNIOR, J. G.; ALENCAR, E. S. DE. Pesquisa e formação docente com MTSK em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, mar. 2020. ISSN 2525-3409. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2885>

MORIEL-JUNIOR, J. G.; CARRILLO, J. Explorando indícios de conhecimento especializado para ensinar matemática com o modelo MTSK. In: **Investigación en Educación Matemática XVIII**. Salamanca, 2014, p. 465–474.

PAZUCH, V.; RIBEIRO, A. J. Conhecimento profissional de professores de matemática e o conceito de função: uma revisão de literatura Professional knowledge of mathematics teachers and the concept of function: a literature review. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 465-496, 2017. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i1p465-496>.

RODRÍGUEZ-FLORES, A.; PICADO-ALFARO, M.; ESPINOZA-GONZÁLES, J.; ROJAS-GONZÁLEZ, N.; FLORES-MARTÍNEZ, P. Conocimiento común del contenido que manifiesta un profesor al enseñar los conceptos básicos de funciones: un estudio de caso. **Uniciencia**, v. 30, n. 1, jan. 2016. <https://doi.org/10.15359/ru.30-1.1>.

RODRÍGUEZ-FLORES, A.; PICADO-ALFARO, M.; ESPINOZA-GONZÁLES, J.; ROJAS-GONZÁLEZ, N. El conocimiento especializado de un profesor de matemáticas: Un estudio de caso sobre la enseñanza de los conceptos básicos de función. **Uniciencia**, v. 32, n. 1, p. 89-107, jan. 2018. <https://doi.org/10.15359/ru.32-1.6>.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n.19, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/pesquisa-em-ensino-pos.0242-posensino/romanowski-j.-p.-ens-r.-t.-as-pesquisas-denominadas-do-tipo-201cestado-da-arte201d.-dialogos-educacionais-v.-6-n.-6-p.-37201350-2006/view>. Acesso em: 07 jul. 2023.

SANTOS, G. L. D.; BARBOSA, J. C. Um modelo teórico de Matemática para o Ensino do Conceito de Função a partir de realizações em livros didáticos A theoretical model of Mathematics for Teaching of the concept of function from realizations in textbooks. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 315-338, set. 2017. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p315-338>.

SILVA, G. S.; SANTOS, R. M. Formação/prática de professores que ensinam estatística, probabilidade e combinatória: um estudo baseado em periódicos científicos brasileiros. **Revista REAMEC**, v. 10, n.2, p. 1-23, 2022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i2.13454>.

SOARES, M. R. O conceito de funções nas atividades de modelagem matemática. **Revista de Produção Discente em Educação Matemática**, v. 6, n. 1, p. 85-97, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pdemat/article/view/32578>. Acesso em: 20 fev. 2023.

VIANNA JÚNIOR, H. C.; CARBO, L.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimento dos tópicos matemáticos (KoT) para o ensino de funções na Educação Básica por meio do MTSK: estado da arte das produções entre 2015 e 2020. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 4, p. 1–20, jul. 2022. <https://doi.org/10.26843/rencima.v13n4a08>.

VIANNA-JÚNIOR, H. C.; MORIEL-JUNIOR, J. G. Conhecimento especializado para o ensino de funções: uma análise bibliográfica preliminar, In: V Congresso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas. **Anais do V CIMTSK** -

Congresso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, 2021, p. 142-149.

VILAÇA, M. L. C. Pesquisa e Ensino. Escrita, Nilópolis, v. 1, n. 2, p. 59-74, maio/ago. 2010. Disponível em: https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RE/article/view/26/pdf_23. Acesso em: 07 jul. 2023.

WIELEWSKI, G. D.; MORIEL JUNIOR, J. G. Potenciais oportunidades formativas com MTSK e pesquisas científicas sobre frações e operações. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e21013, 2021. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11462>

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao TSK Group do Instituto Federal de Educação do Estado de Mato Grosso.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Introdução: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Referencial teórico: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Análise de dados: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Discussão dos resultados: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Conclusão e considerações finais: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Referências: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Revisão do manuscrito: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

Aprovação da versão final publicada: Helio Cinquini Vianna Júnior, Leandro Carbo e Jeferson Gomes Moriel Junior.

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 dados desta pesquisa não foram publicados em Repositório de Dados, mas os autores se comprometem a socializá-los caso o leitor tenha interesse, mantendo o comprometimento com o compromisso assumido com o comitê de ética.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

VIANNA JÚNIOR, Helio, Cinquini; CARBO, Leandro; MORIEL JUNIOR, Jeferson Gomes. Análise de produção científica sobre o PCK (MTSK) para o ensino de Funções na Educação Básica. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23048, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15304>

COMO CITAR - APA

Vianna Júnior, H. C., Carbo, L. & Moriel Junior, J. G. (2023). Análise de produção científica sobre o PCK (MTSK) para o ensino de Funções na educação básica. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23048. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15304>

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

Wellington Lima Cedro  

Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 04 de abril de 2023.

Aprovado: 22 de junho de 2023.

Publicado: 30 de agosto de 2023.