

Pesquisas em Educação Matemática Fundamentadas na Teoria dos Campos Conceituais: um Mapeamento a Partir dos Anais do SIPEM

Researches in Mathematical Education Based on the Theory of Conceptual Fields: a Mapping from the Annals of SIPEM

Regis Alessandro Fuzzo^a; Alcione Cappelin^a; Sandra Maria Tieppo^{*a}; Veridiana Rezende^b; Clélia Maria Ignatius Nogueira^b

^aUniversidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação em Ciências e Educação Matemática. PR, Brasil

^bUniversidade Estadual do Paraná. PR, Brasil

*E-mail: smtieppo@gmail.com

Resumo

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) tem como foco o estudo da construção de conceitos pelos sujeitos, a partir da vivência de situações. No intuito de conhecer a difusão desta teoria no âmbito das pesquisas em Educação Matemática, buscou-se, neste artigo, caracterizar como a TCC se apresenta em pesquisas publicadas nos Anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Para tanto, foi realizado um mapeamento de pesquisas fundamentadas na TCC publicadas nos Anais dos SIPEM's ocorridos entre os anos de 2000 e 2021. Nesta busca, afigurou-se 50 pesquisas e, a partir da leitura desse material, foram identificadas informações quanto ao conteúdo matemático considerado, a questão ou problema de pesquisa, aos objetivos, aos sujeitos e aos aspectos da TCC utilizados. Para as análises, as pesquisas foram agrupadas em quatro categorias: Diversidade de situações-problema; Estratégias de resolução de situações-problema; Invariantes operatórios; e Teoria dos Campos Conceituais e o saber docente. As análises mostraram que os sujeitos das pesquisas são professores do Ensino Fundamental e estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior. Os conteúdos matemáticos mais frequentes são as operações aditivas e multiplicativas. No que se refere aos aspectos da TCC, houve uma predominância de pesquisas que buscam identificar estratégias de resolução de situações-problema, seguido pela investigação de situações-problema em livros didáticos. Além disso, foi possível observar que ainda são poucas as pesquisas que buscam identificar invariantes operatórios. As pesquisas que focaram no saber docente mostram a importância de cursos de formação que discutam aspectos dos campos conceituais aditivo e multiplicativo.

Palavras-chave: Didática da Matemática. Situações-Problema. Campo Conceitual das Estruturas Aditivas. Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas.

Abstract

The Theory of Conceptual Fields (TCF) focuses on the study of the construction of concepts by the subjects, from the experience of situations. In order to know the diffusion of this theory within the scope of research in Mathematics Education, this article sought to characterize how TCF is presented in researches published in the Annals of the International Seminar on Research in Mathematics Education (SIPEM). For this, a mapping of researches based on the TCF published in the Annals of SIPEM that took place between 2000 and 2021 was carried out. In this search, 50 researches supported by the TCF appeared and, from the reading of this material, we sought to identify, among others, information regarding the mathematical content considered, the question or research problem, the objectives, subjects and aspects of the TCF used. For the analyses, the researches were grouped into four categories: Diversity of problem situations; Strategies for solving problem situations; Operative invariants; and, the Theory of Conceptual Fields and Teaching Knowledge. The analyzes showed that the research subjects are Elementary School teachers and Elementary, Middle and Higher Education students. The most frequent mathematical contents are additive and multiplicative operations. As far as aspects of the TCF are concerned, there was a predominance of researches that seek to identify strategies for solving problem situations, followed by the investigation of problem situations in textbooks. In addition, it was possible to observe that there are still few studies that seek to identify operative invariants. The researches that focused on teaching knowledge show the importance of training courses that discuss aspects of the additive and multiplicative conceptual fields.

Keywords: Didactics of Mathematics. Problem Situations. Conceptual field of Additive Structures. Conceptual Field of Multiplicative Structures.

1 Introdução

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), estabelecida por Gérard Vergnaud, é uma teoria cognitivista que visa estabelecer princípios de base relacionados ao desenvolvimento de competências complexas dos sujeitos. Segundo a TCC, a construção do conhecimento ocorre a partir da atuação do sujeito em situação, seja ela do cotidiano ou da sala de aula,

ao longo do tempo (Vergnaud, 1996).

O Grupo de Estudos e Pesquisa em Didática da Matemática (GEPeDiMa)¹, do qual os autores deste artigo fazem parte, busca investigar “[...] fenômenos didáticos, bem como questões teóricas e cognitivas, cujo cerne é o saber matemático, que trazem implicações para a sala de aula” (GEPeDiMa, 2021), sendo a TCC a principal teoria de sustentação para as

¹ <https://prpagem.wixsite.com/gepedima>

pesquisas do grupo e, nesse sentido, importa saber como a TCC está sendo considerada nas investigações realizadas no âmbito da Educação Matemática, com o intuito de identificar questões ainda por responder.

Diante disso, o objetivo deste artigo é caracterizar como a Teoria dos Campos Conceituais se apresenta em pesquisas publicadas nos Anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Para isso, foi realizado um mapeamento dos artigos relativos à TCC, presentes nos Anais das diferentes edições do SIPEM, visando subsidiar pesquisas em andamento e direcionar pesquisas futuras estruturadas com base na TCC.

O SIPEM é um evento internacional, específico para pesquisadores em Educação Matemática, organizado pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Esse evento promove encontros entre pesquisadores de diversos países, viabilizando a troca de experiência entre grupos, além de contribuir com as divulgações e discussões de pesquisas que vêm sendo produzidas na área de Educação Matemática.

Esse seminário tem periodicidade trienal e, até a elaboração deste artigo, ocorreram oito edições, sendo a primeira realizada em Serra Negra - SP, no ano de 2000, e a oitava em Uberlândia - MG, no ano de 2021. A última edição, em 2021, ocorreu de forma remota em função da vigência de medidas relacionadas ao distanciamento social, em decorrência da pandemia de Covid-19.

Nas próximas seções são apresentados os aspectos gerais da Teoria dos Campos Conceituais, os procedimentos metodológicos, os aspectos do *corpus* da pesquisa que contém descrição e análise dos dados, e considerações finais.

2 Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria cognitivista, desenvolvida por Gérard Vergnaud, com o intuito de oferecer elementos de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas pelos sujeitos, particularmente em relação às ciências. Tem como finalidade proporcionar elementos que levem à compreensão de filiações e rupturas entre conhecimentos. Para Vergnaud (1996), o conhecimento é tanto o saber-fazer como o saber explicitado.

Tal teoria não é específica da Matemática, mas proporcionou avanços primeiramente nesta área, ao estabelecer o processo de conceitualização das estruturas aditivas e multiplicativas, relação número-espaco e álgebra (Vergnaud, 1990).

Vergnaud assume como premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais, e que seu domínio ocorre ao longo do tempo, à medida que o sujeito interage com diferentes situações (Vergnaud, 1996). Para o pesquisador, um campo conceitual contempla a relação entre conceitos, conteúdos e operações de pensamento, que é definido como: “[...] o conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão [...]” (Vergnaud, 2009, p.29).

Para Vergnaud (1996), uma situação pode ser compreendida como um conjunto de tarefas que dão sentido a um conceito. Um conjunto de situações é a porta de entrada de um campo conceitual. Na TCC, um conceito é definido pela terna $C = (S, I, R)$ de conjuntos que atuam de forma indissociável para a aquisição do conhecimento pelo estudante. Nesta terna: S representa as situações que dão sentido ao conceito; I, invariantes operatórios; e R são as representações linguísticas e simbólicas, usadas para resolver determinada situação (Vergnaud, 1996, 2009).

De acordo com Vergnaud (2009), a compreensão de um conceito ocorre quando o sujeito manifesta o conhecimento operatório, isto é, que se refere ao saber fazer, e o conhecimento predicativo, que diz respeito ao saber explicitar o que fez. Tais conhecimentos – operatório e predicativo – ocorrem ao longo do tempo, por meio da resolução de diferentes situações. Ao se deparar com situações desafiadoras, sejam elas na vida escolar ou no dia a dia, os conhecimentos do sujeito são desestabilizados. No movimento de atuar em determinada situação com o intuito de resolvê-la, pode ocorrer uma adaptação nas formas de organização de pensamento para este tipo de situação. A esta organização, a TCC denomina esquema, conceito herdado de Piaget.

De modo formal, esquema é “uma organização invariante da atividade para uma classe de situações dada” (Vergnaud, 2009, p.21), sendo composto por invariantes operatórios, que podem ser na forma de conceitos em ação ou teoremas em ação. De forma concisa, teorema em ação é “uma proposição tida como verdadeira na ação em situação” e conceitos em ação são conceitos “considerados pertinentes na ação em situação” (Vergnaud, 2009, p.23). Assim, teoremas em ação e conceitos em ação não são teoremas ou conceitos como os conhecemos nas ciências, mas resultados e propriedades empregadas na ação do sujeito em situação.

Além disso, na atuação em situação, o indivíduo necessita de palavras, enunciados, símbolos e signos que são indispensáveis ao processo de conceitualização. Esses elementos compõem a representação, que, juntamente com os invariantes operatórios e as situações, compõem um conceito, isto é, elementos que operam de forma simultânea para o desenvolvimento de um conceito.

Dentre os campos conceituais, bem estabelecidos por Vergnaud (2014), estão: o campo conceitual das estruturas aditivas e o campo conceitual das estruturas multiplicativas. O campo conceitual das estruturas aditivas compreende situações que utilizam uma ou mais operações de adição ou subtração, ou a combinação entre elas, em sua resolução. Essas situações foram categorizadas conforme a estrutura e as relações entre as medidas que compõem seu enunciado. Dessa forma, Vergnaud (2014) organizou as situações de estruturas aditivas em seis categorias, assim denominadas: composição de medidas; transformação de medidas; comparação de medidas; composição de transformações; transformação de

relações; e composição de relações.

Analogamente, o campo conceitual das estruturas multiplicativas engloba um conjunto de situações que demandam, para sua resolução, operações de multiplicação ou divisão ou a combinação entre elas. As situações deste campo conceitual são classificadas em: proporção simples; proporção múltipla; comparação multiplicativa, produto cartesiano ou produto de medidas, função bilinear ou proporção dupla (Vergnaud, 2009, Magina, Santos, & Melini, 2014).

Diante desse cenário, na próxima seção são apresentados os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

3 Procedimentos Metodológicos

Para alcançar o objetivo de caracterizar o uso da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) no âmbito das pesquisas em Educação Matemática, por meio de um mapeamento, foram analisados os Anais das oito edições do SIPEM, realizadas entre 2000 e 2021. O mapeamento é “um processo sistemático de levantamento e descrição de informações acerca das pesquisas produzidas sobre um campo específico de estudo, abrangendo um determinado espaço (lugar) e período de tempo” (Fiorentini *et al.*, 2016, p.18). Além disso, segundo os mesmos autores, o mapeamento de pesquisas evidencia características descritivas de um campo de estudo, buscando identificar: autores; participantes; instituições; objetivos além de aspectos teóricos-metodológicos e temáticos.

Para o mapeamento desenvolvido nesta pesquisa, foram consideradas, como já mencionado, as oito edições do SIPEM, realizadas entre os anos de 2000 e 2021, perfazendo um total de 1.451 publicações, constantes dos Anais dos eventos, disponíveis para consulta on-line no portal² da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM).

Para identificar os textos fundamentados na TCC, inicialmente foram definidos os descritores para direcionar as buscas a serem realizadas, sendo estes: Teoria dos Campos Conceituais; TCC; campo conceitual; Vergnaud; campo aditivo; campo multiplicativo; estrutura aditiva e estrutura multiplicativa; e as respectivas variações destas palavras para o plural. Foram selecionados os textos que contêm algum dos descritores no título, resumo, palavras-chave ou corpo do texto.

Os anais das três primeiras edições do SIPEM, realizadas nos anos de 2000, 2003 e 2006, estão disponíveis em arquivo com extensão PDF, originados a partir da imagem dos resumos dos trabalhos, portanto não permitiam busca automática no texto, assim procedemos a leitura dos 479 resumos, de modo a localizar os descritores e selecionar as pesquisas. As demais edições do SIPEM permitiram realizar a busca automática pela cadeia de caracteres de texto a partir dos descritores. A quarta edição (2009) disponibilizou apenas o resumo dos artigos, e as edições subsequentes disponibilizaram os artigos completos.

A busca inicial resultou na seleção de 57 pesquisas, das quais sete não apresentaram como foram fundamentadas pela TCC, por isso foram excluídas, reduzindo o *corpus* inicial para 50 trabalhos.

Após a seleção, iniciamos o processo de fichamento dos dados desses textos. Nessa etapa, buscamos extrair as seguintes informações: título; ano; autor; instituição; objetivo; problema ou questão de pesquisa; sujeitos da pesquisa; conceitos matemáticos; teorias utilizadas em conjunto com a TCC; maneira que a Teoria dos Campos Conceituais foi abordada nessas pesquisas; e resultados alcançados.

Por meio do fichamento, agrupamos os textos em quatro grupos relacionados à Teoria dos Campos Conceituais, sendo: Diversidade de situações-problema; Estratégias de resolução de situações-problema; Invariantes operatórios; e a Teoria dos Campos Conceituais e o saber docente. Tais grupos emergiram de características que se evidenciaram na leitura do *corpus* de pesquisa.

Em seguida, são apresentados aspectos gerais do *corpus* como: ano; região/estado; autoria (individual ou coletiva); e instituições, para, então, na próxima seção, descrever as análises e resultados das investigações, considerando os grupos estabelecidos.

4 Aspectos Gerais do *corpus* de Pesquisa

A partir dos anais das oito edições do SIPEM, foram obtidas 50 pesquisas sustentadas na TCC. Essas pesquisas estão assim distribuídas: quatro investigações fundamentadas na TCC publicadas nos Anais do I SIPEM; quatro pesquisas publicadas nos Anais do II SIPEM; seis pesquisas no III SIPEM; cinco no IV SIPEM; três no V SIPEM; oito no VI SIPEM; sete no VII SIPEM; e treze no VIII SIPEM.

Identificamos no *corpus* desta investigação 13 pesquisas com apenas um autor, e 37 desenvolvidas de forma colaborativa, entre pesquisadores da mesma ou de diferentes instituições. Os autores das pesquisas estão associados a 31 instituições de ensino do Brasil.

Os estados do Paraná e Pernambuco se destacam quanto à representatividade de instituições no *corpus* da pesquisa. Dentre estas, as instituições de ensino superior que apareceram com maior frequência, correspondendo a, aproximadamente, 70% das publicações, em ordem decrescente, são: UFPE, Unioeste, PUC, UEM, Unespar, UFMS, UESC, UFPR, UPE, UnB, UERJ e UDESC, cada uma com dois ou mais trabalhos no *corpus* da pesquisa.

Para organizar os resultados que emergiram desta investigação, utilizamos um código numérico para se referir às pesquisas analisadas. O Quadro 1 exibe a referência de todas as pesquisas selecionadas por ordem alfabética e o código correspondente de cada uma.

2 Disponível em: <http://www.sbem.org.br/sbem/index.php/anais/sipem>

Quadro 1 - Referências das pesquisas selecionadas, organizadas em ordem alfabética

Código	Pesquisa Referenciada
[1]	Alencar, E. S. (2015). Os referenciais teóricos norteadores de pesquisas sobre a formação contínua de professores dos anos iniciais no campo conceitual multiplicativo. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[2]	Almeida, E. O., & Muniz, C. A. (2006). O ensino da matemática e os sentidos da mediação/intervenção pedagógica com base na perspectiva formativa da avaliação. <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p.12), Águas de Lindóia, SP.
[3]	Araujo, J. C., & Ferreira, L. F. D. (2021). Análise da abordagem do conceito de área de paralelogramos em um livro didático de 8º ano do Ensino Fundamental. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 2817-2831), Uberlândia, MG.
[4]	Azerêdo, M.A. (2015). Registros semióticos do campo multiplicativo: um instrumento para o ensino nos anos iniciais. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[5]	Barbosa, G.S. (2015). A aprendizagem do teorema fundamental da aritmética por alunos do 6º ano do ensino fundamental. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[6]	Barbosa, G.S. (2018). O desempenho de estudantes de sétimo ano do ensino fundamental em situações de configuração retangular. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[7]	Barbosa, G.S., Gomes, E.S.V., & Araújo, J.M. (2021). Experiência prática e resolução de problemas de comparação multiplicativa por estudantes dos anos finais do ensino fundamental. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 253-266), Uberlândia, MG.
[8]	Barros, R.A., & Boaventura, T.S.L. (2018). Uma análise reflexiva sobre a abordagem do conjunto dos números inteiros em livros didáticos do 7º ano do ensino fundamental. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[9]	Bellemain, P.M.B. (2003). A aprendizagem das relações entre comprimento e área no ensino fundamental. <i>Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 42), 2003, Santos, SP.
[10]	Bellemain, P.M.B. (2021). Contribuições da teoria dos campos conceituais para a didática das grandezas geométricas. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 2862 - 2876), Uberlândia, MG.
[11]	Bittar, M. (2000). O Ensino de Vetores e o uso do <i>Cabri-Geometre</i> . <i>Anais do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp.163-167), Serra Negra, SP.
[12]	Brandt, C.F., & Moretti, M.T. (2003). Representações semióticas e aprendizagem do sistema de numeração decimal. <i>Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 22), 2003, Santos, SP.
[13]	Canôas, S. S. (2000). O campo conceitual multiplicativo na perspectiva do professor das séries iniciais (1ª a 4ª séries). <i>Anais do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 55-60), Serra Negra, SP.
[14]	Cappelin, A., & Rezende, V. (2021). Livro Didático do Ensino Superior e Função Afim: um estudo de tarefas que envolvem aspectos gráficos e/ou situações-problema. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp.1832 - 2846), Uberlândia, MG.
[15]	Cazorla, I.M., Utsumi, M.C., & Magina, S.M. (2021). Revisitando o Conceito de Mediana na Perspectiva dos Campos Conceituais: uma aproximação teórica. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 2556- 569), Uberlândia, MG.
[16]	Chaia, H. H. N., & Teixeira, L. R. M. (2009). A Aprendizagem Escolar de Números Inteiros: A Compreensão de Alunos de Séries Finais do Ensino Fundamental. <i>Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Taguatinga, DF.
[17]	Cruz, T. V. Q. F., & Lautert, S. L. (2021). Os Conceitos Estatísticos Mobilizados por Universitários em Situações Envolvendo Medidas de Tendência Central e Medidas de Dispersão. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 1909 - 1922), Uberlândia, MG.
[18]	Curi, E., & Castro, C. A. (2021). Procedimentos Utilizados por Crianças do 1º ao 5º Ano em Problemas Envolvendo o Isomorfismo de Medidas. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 166-181), Uberlândia, MG.
[19]	Gomes, A. S. (2000). Aprendizagem de Matemática Consecutiva ao uso de Instrumentos. <i>Anais do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 182-184), Serra Negra, SP.
[20]	Gomes, G.C., & Claretto, S.M. (2012). Entre Modelos de Aprendizagem e Políticas Cognitivas: A Sala de Aula de Matemática. <i>Anais do V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Petrópolis, RJ.
[21]	Guimarães, S.D., & Freitas, J. L. M. (2009). Um Caso Exemplar: Contribuições de uma Prática Regular de Cálculo Mental. <i>Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Taguatinga, DF.
[22]	Koch, N. T. O. (2003). O professor, os alunos e a formação das competências matemáticas: o caso das estruturas aditivas. <i>Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 22 - 23), Santos, SP.
[23]	Lautert, S.L., Santos, E.M., & Merlini, V.L. (2018). Resolução de problemas de divisão de proporção simples por estudantes do 3º e 5º anos. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[24]	Lima, E.T., & Borba, R.E.S.R. (2021). Probabilidade nos Anos Finais: o Currículo Prescrito pré e pós BNCC. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 602 - 615), Uberlândia, MG.
[25]	Lopes, R., & Lima, G.L. (2021). Invariantes Operatórios Mobilizados por Futuros Engenheiros Cíveis em uma Abordagem Contextualizada de EDO de Variáveis Separáveis. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 830 - 848), Uberlândia, MG.
[26]	Luna, A. V. A. (2003, outubro-novembro). A Mediação no Ensino Aprendizagem da Resolução de Problemas Aditivos na 2ª série: uma Questão de Prevenção. <i>Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 21), Santos, SP.

Continua...

Código	Pesquisa Referenciada
[27]	Magina, S. M. P., Spinillo, A. G., & Melo, L. M. S. (2015). As Estratégias de Estudantes dos Anos Iniciais na Resolução de Problema Combinatório. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis-GO.
[28]	Magina, S., & Campos, T. (2000). Adição nem sempre é Fácil: um Estudo Diagnóstico. <i>Anais do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 49-55), Serra Negra, SP.
[29]	Magina, S., & Porto, R.S.O. (2018). É possível se ter raciocínio funcional no nível dos anos iniciais? Uma investigação com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[30]	Maranhão, M.C.S.A., & Silva, A.C. (2006). Alunos das Séries Iniciais Operam com Inteiros Negativos. Professores polivalentes percebem isso? <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 21), Águas de Lindóia, SP.
[31]	Martins, G.V., & Borba, R.E.S.R. (2018). Combinatória: Currículos Prescrito e Apresentado na Educação de Jovens e Adultos. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[32]	Matos Filho, M.A.S., & Pessoa, C.A.S. (2006). Como os Problemas de Raciocínio Combinatório estão sendo abordados nos Livros Didáticos de Matemática das Séries Iniciais do EF? <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 18), Águas de Lindóia, SP.
[33]	Merlini, V. L., Santos, A., Teixeira, A.C.N., & Magina, S.M.P. (2015). Processo Formativo Centrado na Escola: As Reflexões da Professora Maria. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[34]	Morás, N.A.B., Nogueira, C.M.I., & Farias, L.M.S. (2021). O acesso ao saber matemático para todos os estudantes: estudo da geração de tipos de tarefas estruturados em variáveis legitimantes de diferenças inclusivas. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 2726 - 2740), Uberlândia, MG.
[35]	Pessoa, C.A.S., & Borba, R. E.S.R. (2012). Problemas combinatórios: estratégias e respostas de alunos da educação básica. <i>Anais do V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Petrópolis, RJ.
[36]	Reges, M. A. G., & Barreto, M. C. (2006). Concepções e Domínio Conceitual de Professoras do III Ciclo do Ensino Fundamental Referentes a Estruturas Aditivas. <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 15), Águas de Lindóia, SP.
[37]	Rezende, V., & Nogueira, C.M.I. (2015). Números Irracionais na Educação Básica: Documentos Curriculares e Conhecimentos dos Alunos. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[38]	Rezende, V., & Nogueira, C.M.I. (2018). Ideias Base do Conceito de Função Mobilizadas (ou não) por Estudantes de Diferentes Níveis de Ensino. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[39]	Ramos, R.C.S.S., Bilhalva, A.S., & Silva, J. A. (2021). Análise de Ilustrações de Problemas de Proporção em Livros Didáticos de Anos Iniciais. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 1838-1852), Uberlândia, MG.
[40]	Rosas, M.L.L., & Selva, A.C.V. (2009). Uso do Livro Didático de Matemática: Analisando A Prática Docente no Ensino do Sistema de Numeração Decimal. <i>Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Taguatinga, DF.
[41]	Santana, E. R. S., Amaro, F.O.S.T., & Luna, A.V.A. (2012). Alfabetização Matemática: Uma Proposta de Intervenção no Estado da Bahia. <i>Anais do V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Petrópolis, RJ.
[42]	Santana, E.R.S., Cazorla, I. M., & Campos, T.M.M. (2006). Diagnóstico do Desempenho de Estudantes em Diferentes Situações no Campo Conceitual das Estruturas Aditivas. <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 19), Águas de Lindóia, SP.
[43]	Santos, E.M., & Lautert, S.L. (2021, novembro). Um olhar para as estruturas multiplicativas em livros de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 1955-1967), Uberlândia, MG.
[44]	Santos, E.S.C., Muniz, C.A., & Gaspar, M.T.J. (2015). Calculando Área por Aproximação. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[45]	Selva, A.C.V., Borba, R.E.S.R., Magina, S., Spinillo, Gomes-Ferreira, V.G., & Campos, T.M.M. (2006). A resolução de problemas multiplicativos por crianças das séries iniciais do ensino fundamental - o que resolvem e por que resolvem? <i>Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (p. 9), Águas de Lindóia, SP.
[46]	Silva, A.P.B. (2009). Resolução de problemas aditivos de ordem inversa: uma metodologia de ensino aplicável. <i>Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Taguatinga, DF.
[47]	Soares, B.I.N., Nogueira, C.M.I., & Borges, F.A. (2018). Diferentes Formas de Apresentação de Enunciados de Problemas Matemáticos: Subsídios para Inclusão de Estudantes Surdos. <i>Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Foz do Iguaçu, PR.
[48]	Spinillo, A.G., Lautert, S.L., Santos, E.M., & Silva, J.F.G. (2015). Uma análise de problemas do campo multiplicativo elaborados por professores do ensino fundamental I. <i>Anais do VI Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Pirenópolis, GO.
[49]	Teles, R.A.M. (2009). Fórmulas de área como elementos de imbricações entre vários campos conceituais – aspectos relacionados ao campo conceitual da álgebra. <i>Anais do IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> , Taguatinga, DF.
[50]	Zanella, M. S., & Rezende, V. (2021). Ideias base de função e o Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas: um estudo de um livro didático do 5º ano. <i>Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</i> (pp. 2847-2861), Uberlândia, MG.

Fonte: dados da pesquisa.

Diante disso, na sequência, é apresentada a análise das investigações que constituíram o *corpus* de pesquisa conforme os grupos: Diversidade de situações-problema; Estratégias de resolução de situações-problema; Invariantes operatórios; e, a Teoria dos Campos Conceituais e o saber docente.

4.1 Diversidade de situações-problema

Os conceitos matemáticos envolvidos nas pesquisas foram: números e operações [8; 34; 39; 40; 41; 43]; geometria [3; 7; 9; 10]; estatística [15; 24; 31; 32]; e função [14; 50].

Na pesquisa [8], as autoras apresentaram uma análise referente à abordagem do conjunto dos números inteiros de dois livros didáticos do 7º ano do Ensino Fundamental (EF). Além de estabelecer a tipologia das situações, buscaram identificar se os obstáculos epistemológicos foram levados em consideração nessas obras.

A pesquisa [34] propôs uma modelização dos tipos de tarefas, as variáveis e os valores atribuídos às variáveis utilizando-se da Teoria Antropológica do Didático (TAD) e do modelo T4TEL, para o objeto matemático da classe das estruturas aditivas segundo a TCC, objetivando a geração de tarefas estruturadas em variáveis legitimantes de diferenças inclusivas. Os autores concluíram que as tarefas geradas podem contribuir para a efetivação do acesso ao saber matemático para estudantes surdos e ouvintes, em um mesmo espaço escolar.

Para a realização da pesquisa [39], as autoras identificaram situações-problema de relação quaternárias do Campo Conceitual Multiplicativo envolvendo proporcionalidade em três coleções de livros didáticos dos anos iniciais, buscando investigar como são apresentadas as ilustrações desses problemas. As autoras concluíram que as ilustrações presentes nos livros didáticos dos anos iniciais servem como apoio para a construção do pensamento proporcional.

A pesquisa [41] apresentou etapas de elaboração e a estrutura de um material didático a fim de auxiliar o professor do primeiro ano do EF a mediar o processo de alfabetização Matemática. Os autores fizeram, para isso, uma relação entre as situações selecionadas para o material com a ideia de conceito que se apresenta na TCC, assumindo que o conceito é inserido em situações cotidianas das crianças e, assim, oportuniza a socialização e construção coletiva, além de atividades que envolvem ludicidade e desafios.

A pesquisa [43] discutiu como são apresentadas as atividades de estruturas multiplicativas nos anos iniciais do EF, a partir da análise dos livros de Matemática da coleção mais adotada no estado de Pernambuco. As análises indicaram que há predomínio de atividades privilegiando o pensamento algorítmico e que a maioria dos problemas são de relação quaternária (67,74%), do eixo proporção simples e classe um para muitos. Já as situações-problema de relação ternária (32,26%) foram, em sua maioria, do eixo produto de medidas na classe de combinatória.

A pesquisa [3] analisou as situações, as representações

simbólicas e a abordagem do conceito de área de paralelogramos em um livro do 8º ano do EF, identificando a predominância de situações de medição de figuras prototípicas e problemas envolvendo a aplicação direta das fórmulas de área, que pouco contribuem para a conceitualização de área.

A utilização do livro didático de Matemática em uma turma de 2º ano do EF, com relação ao sistema de numeração decimal, foi o foco da pesquisa [40] realizada mediante a análise do livro didático, observações das aulas e entrevista com a professora regente. Como resultado, foi identificado que o livro didático explora pouco os princípios do sistema decimal, pois utiliza tarefas repetitivas e de algoritmos, e ainda assim o livro foi determinante para a escolha da abordagem utilizada pela professora.

As pesquisas [3; 40; 43] remeteram ao fato citado por Vergnaud (2009) de que técnicas mecanizadas e algoritmos ensinados aos estudantes são apropriados para uma organização simplificada, porém, a partir de enfrentamento de situações complexas, esses algoritmos podem até se adaptar, gerando esquemas errôneos.

A pesquisa [7] retratou análises preliminares de problemas relativos ao campo conceitual das grandezas geométricas e suas medidas (área e perímetro) no Ensino Fundamental e Médio, com vistas a elaborar uma engenharia didática direcionada a professores de Matemática. Por se tratar de um resumo, não foi possível obter mais informações referentes à TCC além da ideia de campo conceitual.

O artigo [10], com foco nas grandezas geométricas de comprimento, área e volume, selecionou e analisou algumas dissertações e teses, desde a década de noventa até a sua publicação, sem exaurir ou detalhá-las no referido manuscrito. A autora defende que Vergnaud fornece caminhos para a elaboração de modelos epistemológicos de referência (MER) com base nos elementos da TCC, como a integração entre a escola e a sociedade em que o sujeito está inserido; a modelização de conceitos conforme a terna de situações, representações e invariantes; e a mobilização do MER como ferramenta teórico-metodológica.

Dentre as pesquisas com foco em conceitos matemáticos que envolvem a estatística, tem-se a pesquisa [15] que apresentou uma primeira aproximação teórica entre o conceito de mediana e a TCC, com apresentações de ideias iniciais do Campo Conceitual da Mediana, descrevendo algumas possibilidades de situações, representações e invariantes, o tripé da TCC, conforme Vergnaud (1996).

A pesquisa [24] analisou como o conceito de probabilidade é apresentado em documentos nacionais: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesses documentos, os autores focaram em explorar as orientações que estivessem atreladas às diferentes demandas cognitivas. No que tange à TCC, as autoras concluíram que as normativas mencionam o uso de diferentes situações probabilísticas, relacionadas às demandas cognitivas, no entanto, os documentos enfatizam a construção

de espaços amostrais e à quantificação de probabilidades em detrimento aos conceitos de aleatoriedade e correlações.

No artigo [31], com foco no ensino de combinatória, as autoras analisaram três coleções de livros didáticos e a proposta curricular federal para o primeiro segmento da Educação de Jovens e Adultos. As pesquisadoras inferiram que, segundo a análise do documento curricular, o aprofundamento do objeto matemático combinatória deve ocorrer ao longo da escolaridade. Referente às situações, as autoras apontaram fragilidade na diversidade de significados dos problemas, pouca variação de representações simbólicas e um número reduzido de situações.

A pesquisa [32] utilizou-se das classes de estruturas multiplicativas propostas por Vergnaud (2009) para analisar a diversidade de situações de raciocínio combinatório presentes em oito coleções de livros didáticos de Matemática da 1ª a 4ª série, do Ensino Fundamental Anos Iniciais, totalizando 5276 questões analisadas. Esse trabalho ressalta a importância da TCC quanto a classificação e a diversidade das situações-problema do campo conceitual multiplicativo (Vergnaud, 1996).

No artigo [14], as autoras analisaram tarefas que envolviam aspectos gráficos e/ou situações-problema presentes no capítulo de Função Afim, de um livro indicado para alunos do 1º ano de cursos de Licenciatura em Matemática. Utilizaram-se da TAD para identificar os tipos de tarefas e técnicas; e da TCC, para a tipificação das três situações-problema do tipo misto e função afim, encontradas na obra.

As funções também foram a base para a pesquisa [50], que objetivou identificar suas ideias base, em situações multiplicativas do livro didático do 5º ano do EF. Os resultados apontaram que as situações do tipo produto de medidas mobilizam as ideias base de correspondência e dependência; e as situações do tipo isomorfismo de medidas mobilizam as ideias de correspondência, dependência, variável, regularidade e, em alguns casos, generalização.

Logo, diante dos trabalhos analisados, a análise de livros didáticos fundamentada na TCC permite observar a predominância de determinada classe de situações-problema e a ausência de outras. Vergnaud (1996) recomenda a oferta de diferentes classes de situações-problema de um mesmo campo conceitual, como ponto fundamental para que o sujeito atinja a conceitualização, o que não foi observado nas obras analisadas pelas pesquisas relatadas neste grupo.

4.2 Estratégias de resolução de situações-problema

Nesta categoria, foram identificadas 22 pesquisas, tendo uma concentração de investigações que envolviam conceitos matemáticos de números e operações [4, 5, 12, 16, 18, 20, 21, 23, 26, 28, 29, 37, 42, 45, 46]; conceitos de geometria [6, 19, 49]; estatística [17, 27, 35] e função [38].

O artigo [28] apresentou um estudo diagnóstico mediante a aplicação de cinco situações-problema das estruturas aditivas, em oito turmas de diferentes níveis escolares do Ensino Fundamental Anos Iniciais, visando identificar competências das crianças em relação à operação de adição, ao ingressarem

na escola e nos primeiros quatro anos escolares. Os resultados apontaram para a elevação da porcentagem de acertos dos primeiros para os últimos anos, com “diferenças significativas” nas porcentagens de acertos de cada problema, concluindo pela importância de possibilitar diferentes raciocínios aditivos em contextos diversos para ampliar as competências dos estudantes.

As estratégias utilizadas por 269 estudantes das 2ª, 3ª e 4ª séries, ao resolverem um problema de combinatória da classe produto de medida, foi o objeto de estudo da pesquisa [27]. A conclusão foi que a quantidade de acertos foi baixa, porém, observou-se um aumento significativo nas estratégias dos estudantes, ao longo dos anos escolares, revelando diferentes níveis de compreensão a respeito da combinatória.

A pesquisa [23] investigou o desempenho e os procedimentos de resolução de situações-problema de proporção simples de 809 estudantes do Ensino Fundamental. Dentre estes, 421 estudantes do 3º ano foram identificados como não instruídos sobre a divisão; e 388 estudantes cursando o 5º ano, portanto já instruídos sobre a divisão. O resultado apontado foi que a apropriação do Campo Conceitual Multiplicativo ocorre em longo período e depende da oferta, pelo professor, de situações que demandem diferentes estratégias de resolução.

A pesquisa [37] investigou a compreensão dos números irracionais por estudantes brasileiros e franceses, nos níveis do Ensino Fundamental, Médio e Superior, correspondentes a cada país. As análises apontaram que é a experiência escolar e a disponibilidade do professor em conhecer e apresentar a seus alunos diferentes atividades que desestabilizam conhecimentos errôneos, favorecendo a apropriação do conceito de números irracionais.

As pesquisas [23; 27; 28; 37] evidenciaram que é ao longo do tempo e da experiência que um indivíduo desenvolve esquemas de ação para se adaptar ao ambiente escolar ou não, e é por meio da variedade de situações, da riqueza das ocasiões que ele é posto para enfrentar, que vai desenvolver suas competências (Vergnaud, 2009).

A pesquisa [26] tratou de uma investigação referente à aplicação, por meio de mediação professor-aluno e aluno-aluno, de um programa contendo uma sequência didática de aprendizagem composta de situações-problema do campo aditivo. A conclusão da pesquisa foi que a interação ocorrida durante a implementação da sequência didática favorece a aprendizagem de estudantes do Ensino Fundamental, Anos Iniciais.

A pesquisa [46] inferiu sobre a contribuição de uma metodologia de ensino que visa auxiliar a compreensão de resolução de problemas aditivos de “ordem inversa”. Estudantes da 4ª série do Ensino Fundamental responderam um pré-teste e, em seguida, foram divididos em grupos e realizaram atividades de intervenção diferenciadas, por fim, responderam a um pós-teste. O grupo com melhor resultado no pós-teste foi o que realizou a atividade com ênfase em um

jogo e representação simbólica de suporte (diagrama).

O artigo [49] analisou procedimentos utilizados por alunos na resolução de situações presentes em livros didáticos, relacionadas ao cálculo de área, observando que muitos alunos apresentam dificuldades em expressar simbolicamente uma situação geral.

O ensino do campo multiplicativo nos anos iniciais, a partir dos registros de representação semiótica, no sentido de Raymond Duval, produzidos pelos alunos de cinco turmas de 3º, 4º e 5º anos, foi o objeto do trabalho [4] e os resultados apontaram que os estudantes apresentaram dificuldades com os algoritmos das operações envolvidas.

Buscando observar as representações simbólicas, a pesquisa [35] investigou os tipos de respostas e as estratégias de resolução, apresentadas por 568 alunos do 2º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio diante da resolução de oito problemas de combinatória (arranjo, combinação, permutação e produto cartesiano), dois de cada tipo. Nas resoluções corretas, foram identificadas diferentes estratégias para cada problema nos diferentes níveis de ensino, variedade de representações simbólicas e mobilização de conhecimentos prévios, apontando que os alunos compreendem os significados e invariantes das situações de combinatória.

Embora a pesquisa [4] tenha sido baseada em Duval para investigar as representações semióticas, as pesquisas [4; 35; 46; 49] mostraram a importância das ferramentas linguísticas e simbólicas de representação, pois permitem representar os conceitos e suas relações e, conseqüentemente, as situações e os esquemas que elas evocam, conforme Vergnaud (2009).

O artigo [42] propôs um diagnóstico do desempenho de 1.021 estudantes do 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental ao resolverem 17 situações-problema de mesma classe, porém em diferentes situações. Os resultados indicaram que os estudantes resolvem mais facilmente os problemas de adição e subtração quando as situações utilizam a linguagem natural e todos os componentes do problema estão explícitos, apontando para a necessidade de ampliação e diversidade de situações em sala de aula.

No artigo [9], a utilização de materiais de apoio no ensino do sistema de numeração decimal foi o foco e os resultados apontaram a possibilidade da organização e reorganização da prática educativa em relação à elaboração de situações de aprendizagem voltadas para as compreensões e progresso conceitual do objeto matemático.

A pesquisa [45] analisou o desempenho de 139 alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental na resolução de situações do campo conceitual das estruturas multiplicativas. As conclusões são de que os estudantes apresentaram diferentes graus de dificuldade na resolução de problemas de uma mesma classe. Os problemas de proporção simples foram mais facilmente resolvidos pelas crianças de todas as séries, enquanto problemas de produto cartesiano e proporção múltipla apresentaram maior percentual de dificuldade.

Na pesquisa [29], foram investigadas as estratégias de

alunos do 5º ano do Ensino Fundamental na resolução de três situações-problema que envolviam conceitos de função nas representações icônica e numérica e com níveis de dificuldade distintos. As autoras [29] afirmaram ser possível a formação conceitual da função nesta etapa escolar, entretanto, necessita que o professor tenha clareza do teorema-em-ação implícito na ação do estudante e atue para transformá-lo em conhecimento explícito.

Nas pesquisas [12; 29; 42; 45], a TCC foi apresentada como um instrumento de suporte didático para a mediação da aprendizagem, contribuindo com a organização da atividade docente tanto na escolha das situações quanto no acompanhamento dos avanços e retrocessos da aprendizagem dos alunos.

A investigação [6] analisou o desempenho e as estratégias utilizadas por estudantes na resolução de situações-problema de configuração retangular. Os resultados apontaram que o produto de medidas é um dos elementos de ruptura entre os campos aditivo e multiplicativo e que a ação dos professores em limitar o ensino da multiplicação como adição continuada, com ênfase na reprodução de algoritmos, pode ter causado estagnação nas estratégias dos estudantes.

A pesquisa [21] envolveu um aluno do Ensino Fundamental dos Anos Iniciais que teve como objetivo estudar a natureza do cálculo mental e sua contribuição para os campos aditivos e multiplicativos, por meio de vivência dialógica. Os resultados apontaram que a diversidade de situações apresentadas pelo professor permitiu ao aluno incorporar novas estratégias ao seu repertório e adequação de estratégias de resolução.

Os resultados das pesquisas [6; 21] mostraram o potencial da TCC em respaldar estudos sobre as situações propostas aos sujeitos e o desenvolvimento de competências e de conceitualizações, considerando o objeto de estudo, conjunto de situações e de conceitos.

No artigo [19], foi descrita uma proposta de modelo de análise de ação com o *software Cabri Géomètre* com o objetivo de investigar a aprendizagem e analisar as competências dos alunos ao utilizarem esse *software*, bem como a evolução do conhecimento a partir da sua utilização. Os resultados mostraram que indivíduos aprendem Matemática na medida em que se tornam capazes de usar um sistema de artefatos. Isso corrobora com a ideia da TCC de que um campo conceitual não está relacionado apenas a um conceito, mas a outros correlatos, sendo que essa relação dialética possibilita o avanço da aprendizagem.

Em uma aula de Matemática do 6º ano, a pesquisa [20] buscou uma reflexão filosófica da interação entre professor e alunos. As pesquisadoras refletiram sob dois olhares: um com base no Modelo dos Campos Semânticos; e outro com base na Teoria dos Campos Conceituais, estabelecendo relações com o processo de invenção apontando para as possibilidades de uma sala de aula como espaço de problematização e de produção do novo.

A pesquisa [16] investigou como os alunos identificam e

reconhecem os números inteiros em diferentes contextos por meio de entrevista clínica. Os resultados obtidos mostraram que os alunos memorizam o conceito, mas não o relacionam com as situações vivenciadas no cotidiano.

A pesquisa [38] teve como objetivo discutir as ideias base do conceito de função mobilizadas por estudantes de diferentes níveis de ensino, a partir das análises de tarefas envolvendo números irracionais, que traz, implicitamente, o conceito de função. Os resultados mostraram que os alunos não mobilizaram de forma coerente as referidas ideias base. Além disso, as autoras mencionaram a importância do conceito de função, para a Matemática, por estar presente em diversas situações de diferentes Campos Conceituais.

Na pesquisa [17], as autoras investigaram o raciocínio mobilizado por 80 estudantes do curso de graduação em Administração de uma instituição pública de Pernambuco ao resolverem quatro situações que envolviam conceitos de medidas de tendência central e de dispersão. As autoras concluíram que os estudantes mobilizaram raciocínios semelhantes ao resolverem as situações propostas independentemente do período acadêmico em que se encontravam. Com relação à TCC, as autoras inferiram que um dos maiores desafios é desenvolver nos estudantes a forma operatória e predicativa do conhecimento, no sentido de saber explicitar propriedades, objetos e conceitos utilizados e concluíram sobre a importância de levar em consideração a diversidade de situações, bem como a complexidade delas, como apontado por Vergnaud (2009).

A pesquisa [18] teve como objetivo observar e analisar os procedimentos utilizados por alunos, do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, na resolução de situações do campo conceitual multiplicativo, classificadas como *Isomorfismo de Medidas* que abarcam o conceito de probabilidade. Nas análises, as pesquisadoras constataram que crianças do 1º e 2º anos usam a soma de parcelas iguais para o cálculo da multiplicação, sendo que o produto aparece, timidamente, no 3º ano e se amplifica no 4º ano. Uma constatação das autoras é que os alunos tiveram mais acertos em situações que eram resolvidas de forma direta (a tarefa menciona “duas vezes” e resolve-se por meio da operação de multiplicação), do que aquelas que exigiam raciocínio reverso (como aquela que menciona o dobro, mas para resolver é necessário efetuar uma operação de divisão).

O processo de aprendizagem do Teorema Fundamental da Aritmética e conceitos a ele associados, por um grupo de 22 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental, foi o objetivo da pesquisa [5]. Para isso, a pesquisadora procedeu uma atividade de intervenção, dividida em três etapas: análise diagnóstica; implementação da intervenção de ensino; e, outra análise diagnóstica. Como resultado desta intervenção, a autora cita a intencionalidade em criar condições para o uso, por parte dos alunos, das diversas representações dos conceitos, e a tentativa de problematizar, utilizando jogos ou desafios em tais situações, como ações que favorecem a aprendizagem.

Do ponto de vista da TCC, identificamos que as pesquisas dessa categoria buscaram investigar os esquemas mobilizados (ou não) pelos sujeitos durante a resolução de situações-problema. Para Sureda e Otero (2011), a análise da conceitualização, baseada nos esquemas, ocorre inevitavelmente pela análise da atividade, em que as condutas observáveis pelo pesquisador são uma parte muito pequena.

4.3 Invariantes operatórios

Integram este grupo três pesquisas [11; 25; 44] que identificaram teoremas em ação e/ou conceitos em ação, manifestados por estudantes em situação que envolviam os conceitos de vetor, área e equações diferenciais ordinárias.

A pesquisa [11] objetivou analisar a noção de vetor, por meio de uma sequência didática, por alunos franceses de séries - *quatrieme, troisieme e seconde*, mediada por um *software*, e estudar algumas dificuldades dos alunos no processo de aprendizagem. A TCC foi utilizada como quadro teórico, juntamente com a Teoria de Registro de Representação Semiótica (Duval) e da Dialética Ferramenta-Objeto (Douady), para a análise dos conhecimentos explícitos e dos invariantes implícitos, como os teoremas em ação. A pesquisa concluiu que a sequência didática elaborada com o *software* contribuiu para a construção do conhecimento de vetores pelos estudantes, mas não permitiu desestabilizar os teoremas em ação falsos; dessa forma, novas atividades devem ser elaboradas buscando essa desestabilização.

Na pesquisa [25], os autores buscaram pelos invariantes operatórios relacionados ao Cálculo e as Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs), mobilizados por 21 estudantes de um curso de Engenharia Civil durante a resolução de situações contextualizadas no conceito de Transferência de Calor. Os autores identificaram uma grande quantidade de invariantes operatórios, relacionados a conceitos de Matemática básica e de Física. No entanto, analisaram apenas aqueles que influenciaram diretamente a compreensão do conceito de interesse, como os conceitos em ação e teoremas em ação relacionados à resolução de equações polinomiais. Concluíram que os invariantes relacionados às EDOs apresentados pelos estudantes precisam ser adaptados, reavaliados e combinados.

O artigo [44] relata a aplicação de uma sequência didática a alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, utilizando História da Matemática para a compreensão de procedimentos de medida de área. Os autores constataram benefícios em termos comportamentais, como mais autonomia e confiança dos alunos em seus esquemas, ao conhecer mais do que uma forma de resolução da atividade e poder optar por uma delas. As diferentes estratégias utilizadas pelos estudantes apontaram dez teoremas em ação, dentre os quais o de que “A área pode ser um número não inteiro” (Santos, Muniz & Gaspar, 2015, p.8) [44].

Observamos, diante dos trabalhos desta categoria, que são poucas as pesquisas que analisam invariantes operatórios, o que pode ser relacionado ao fato de que os invariantes

operatórios não estão necessariamente explícitos nas respostas dos sujeitos, dificultando, em alguns casos, a sua identificação (Vergnaud, 2009). Além disso, Vergnaud (1990) menciona que, para afirmarmos que um aluno apresenta determinado teorema em ação, é necessário que ele tenha mobilizado esse mesmo teorema em diversos momentos durante o desenvolvimento de situações-problemas, ao longo de um determinado tempo. Por fim, mencionamos que os invariantes operatórios teoremas em ação e conceitos em ação são identificados na ação do sujeito, servindo de base para a conceitualização (Vergnaud, 2009).

4.4 A teoria dos campos conceituais e o saber docente

Nesta categoria, enquadram-se as pesquisas [1; 2; 13; 22; 30; 33; 36; 47; 48], relacionadas aos campos conceituais aditivos e multiplicativos, aliadas a aspectos didáticos. Em relação ao conceito matemático, todas as pesquisas estão relacionadas aos números e operações.

O artigo [22] apresentou uma investigação acerca da interpretação de uma professora, acerca das atividades cognitivas de alunos da 6ª série do Ensino Fundamental ao resolverem problemas aditivos das categorias “transformação de estados” e “composição de transformação”. De acordo com o trabalho, a professora, na maioria das vezes, não conseguiu identificar raciocínios implícitos nas notações utilizadas, o que aponta que o professor que desconhece estes raciocínios apresenta dificuldades na identificação de competências e, conseqüentemente, em estabelecer estratégias para o desenvolvimento de outras competências.

A investigação relatada em [30] analisou a interpretação de estudantes do curso de Pedagogia, isto é, professores em formação para a 1ª a 4ª séries, quanto à resolução de problemas aditivos por um grupo de alunos da 1ª série do Ensino Fundamental e a conclusão foi de que as docentes nem sempre percebem que os alunos adentram no conjunto dos números inteiros negativos, apontando para um eventual desconhecimento matemático que interfere na escolha de situações adequadas ao nível de conhecimento dos alunos.

A pesquisa [36] teve como objetivo analisar competências conceituais de professores do II Ciclo do Ensino Fundamental, referentes a problemas aditivos. Parte do estudo consistiu na elaboração e resolução de problemas aditivos, por um grupo de professores. A análise destas tarefas, bem como as dificuldades observadas no seu desenvolvimento, levou os pesquisadores a concluir que estes professores apresentavam limitações em seu nível de conceitualização, desconsiderando elementos essenciais da TCC, como variedade de situações e de representações (Vergnaud, 1996).

Outra perspectiva é observada na pesquisa [47], voltada para a educação inclusiva e desenvolvida em dois momentos. O primeiro foi um estudo de caso realizado com nove alunos surdos e um ouvinte do EF e visava observar a preferência dos alunos surdos quanto a apresentação do enunciado de situações do campo aditivo: escrito somente em língua natural; contendo um diagrama; com ilustração. No segundo momento,

o objetivo foi analisar o desempenho de futuros professores de Matemática na adaptação de enunciados de problemas, para alunos surdos. Essa adaptação estava relacionada à forma de usar a língua escrita e a inserção de figuras e/ou esquemas. Constatou-se a existência de dificuldades na ressignificação das afirmações do enunciado, mantendo as características iniciais, o que pode ser resultado da falta de experiência com este tipo de tarefa. Quanto aos alunos, o estudo evidenciou a necessidade de apoio visual, especialmente para alunos surdos, no entanto alunos ouvintes também se beneficiaram da estratégia.

O interesse por compreender as concepções e representações simbólicas do campo conceitual das estruturas multiplicativas apresentadas por professores de Matemática formados no magistério é o tema da pesquisa [13]. O objetivo foi analisar a persistência e consolidação dos invariantes apresentados por 62 professores, de 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental. A autora concluiu que os professores ainda não compreendem, suficientemente, o campo conceitual multiplicativo, tendo, inclusive, algumas ideias errôneas a respeito dele, e concepções como: “multiplicação sempre aumenta”, “divisão sempre diminui”, “dividir significa distribuir em partes iguais” e “multiplicar significa somar parcelas iguais”. Para a pesquisadora, esses resultados podem ser ocasionados porque estas professoras desconhecem as classes de situações do campo conceitual das estruturas multiplicativas.

O artigo [33] teve como objetivo analisar aspectos didático, conceitual e cognitivo vivenciados por uma professora em sala de aula, dentro de um processo formativo com dimensões colaborativas, o que proporcionou reflexão de sua prática docente. Ao introduzir o conceito de multiplicação, percebeu que as situações escolhidas não levaram os alunos a pensarem de forma multiplicativa, resolvendo-as por meio de adição de parcelas iguais. Isso a levou a modificar as situações escolhidas, proporcionando um avanço na compreensão deste campo conceitual.

Ainda no campo conceitual das estruturas multiplicativas, a pesquisa [48] teve como objetivo relatar o conhecimento de 34 professores do EF, por meio da elaboração de situações-problema deste campo. A análise das autoras mostrou que 87,61% das situações são de proporção simples, denotando que os professores têm em mente um problema prototípico, desconsiderando outras possibilidades de situações-problema no campo multiplicativo. Além disso, nos problemas de proporção simples, a maioria (198) se referia à subclasse *um para muitos*, e que apenas 1% deles envolvia as duas operações (multiplicação e divisão). No caso dos exercícios que usavam a operação de divisão, 83% pertenciam à subclasse *partição*, e os demais (17%) pertenciam à subclasse *cota*. As pesquisadoras pontuam a importância de usar diferentes situações-problema do campo multiplicativo, as quais, inclusive, podem abarcar vários conceitos matemáticos, em harmonia com o entendimento de Vergnaud (1990).

Outra vertente presente no *corpus* é a pesquisa bibliográfica, apresentada por [1], que analisou teses de doutorado e dissertações de mestrado, publicadas entre 1997 e 2012, relacionadas à formação continuada de professores dos anos iniciais do ensino fundamental e o campo conceitual das estruturas multiplicativas. A pesquisa concluiu que as investigações analisadas focaram o desenvolvimento profissional, nos saberes docentes, na prática reflexiva e nos aspectos atinentes à formação de professores.

A investigação do papel do professor, perante alunos considerados “com dificuldades” na aprendizagem de Matemática, foi o objetivo da publicação [2]. A análise dos procedimentos de alunos da 3ª série do EF, atuando em diferentes atividades, permitiu aos autores descrever esquemas utilizados pelos alunos, o que possibilitou compreensão e reflexão dos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática.

Diante da análise dos trabalhos desta categoria, observamos que as pesquisas contempladas neste grupo estão relacionadas aos campos aditivos e multiplicativos, o que pode resultar do fato de que estes campos estão bem estabelecidos e divulgados.

Em relação aos resultados, as pesquisas analisadas parecem indicar que os docentes, em sua maioria, ainda não conhecem, de forma aprofundada, os campos conceituais aditivo e multiplicativo. Conforme Vergnaud (2003; 2009), o professor, em seu papel de mediador, tem a função de oferecer aos alunos situações que os levem a mobilizar conhecimentos prévios para a atuação em situação, e possibilitar seu avanço.

5 Considerações Finais

Este artigo teve como escopo caracterizar a presença da Teoria dos Campos Conceituais em pesquisas publicadas nos Anais do SIPEM, a fim de subsidiar pesquisas em andamento e orientar pesquisas futuras que considerem este aporte teórico.

Na análise realizada, os aspectos evidenciados foram: análise das estratégias usadas pelos alunos na resolução das situações-problema (esquemas); utilização da diversidade de situações-problema para a construção de um conceito; identificação de invariantes operatórios (teorema em ação e conceitos em ação), dos quais emergiram três grupos por similaridade. Um quarto grupo foi composto pelas pesquisas que envolveram o saber docente.

O grupo denominado *Estratégias de Resolução de Situações-problema* abarca o maior número de pesquisas (22), cujo escopo é analisar esquemas ou estratégias mobilizadas pelos sujeitos durante a resolução de situações-problema ou tarefas Matemáticas. Conjecturamos que essa predominância ocorre pelo fato de que a análise da conceitualização, baseada nos esquemas, ocorre inevitavelmente pela análise da atividade, da situação-problema, conforme afirmam Sureda e Otero (2011). O segundo grupo com maior número de pesquisas (16) foi *Diversidade de Situações-problema*, sendo a principal fonte de dados os livros didáticos, que apresentam

a predominância de algumas classes de situações e ausência de outras.

No tocante ao grupo *A Teoria dos Campos Conceituais e o Saber Docente*, os artigos focaram em aspectos conceituais, cognitivos e didáticos, manifestados pelos professores. Essas pesquisas reforçam a importância de que os cursos de formação de professores (inicial ou continuada) promovam discussões e reflexões de situações-problema dos campos conceituais aditivo e multiplicativo, possibilitando aos professores escolherem situações adequadas a serem propostas em sala de aula favorecendo a aprendizagem de conceitos matemáticos. O grupo *Invariantes Operatórios* contém o menor número de pesquisas (3), o que pode estar relacionado com a dificuldade de identificar esses elementos, nem sempre visíveis, mobilizados pelos sujeitos.

O *corpus* de pesquisa considerado na investigação relatada neste artigo mostra que os sujeitos das pesquisas analisadas foram professores do Ensino Fundamental e estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior. O estudo realizado apontou a predominância de trabalhos cujo cenário foi o Ensino Fundamental, tanto com foco nas estratégias de resolução de situações-problema por estudantes, quanto na análise de livros didáticos.

Os saberes matemáticos contemplados nas pesquisas foram: números e operações; funções; geometria; estatística; e equações diferenciais, sendo os mais frequentes as situações concernentes às operações aditivas e multiplicativas. Ponderamos que essa concentração decorre do fato de que os campos conceituais das estruturas aditivas e multiplicativas estão bem estabelecidos e divulgados por Vergnaud e seus colaboradores.

Além da TCC, algumas pesquisas investigadas nesse *corpus* de pesquisa indicaram aportes em outras teorias, como a Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau [21]; Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval [4; 11; 12]; Teoria de Instrumento e Objeto de Régine Douady [11; 38]; Teoria do Modelo dos Campos Semânticos, de Rômulo Lins [20]; Teoria de Obstáculos Epistemológicos introduzida por Gaston Bachelard [8], Teoria Antropológica do Didático [14], o que evidencia a possibilidade de articulação da TCC com outras teorias.

Identificamos pesquisas que buscam contribuir com o estabelecimento de outros campos conceituais, como por exemplo: Cazorla, Utsumi e Magina (2021) [15], que investigaram o campo conceitual da mediana e as pesquisas realizadas no âmbito do grupo GEPeDiMa, como Rezende e Nogueira (2018) [38]; Cappelin e Rezende (2021) [14] e Zanella e Rezende (2021) [50], a respeito do campo conceitual das estruturas funcionais.

Como desdobramento da análise desenvolvida neste trabalho, é possível analisar anais de outros eventos científicos, dissertações, teses e periódicos, promovendo uma visão geral de publicações no contexto da Teoria dos Campos Conceituais o que possibilita ampliar as reflexões sobre o estabelecimento

de outros campos conceituais e sobre as implicações didáticas da teoria dos Campos Conceituais, dentre outros aspectos.

Referências

- Cappelin, A., & Rezende, V. (2021, novembro). Livro Didático do Ensino Superior e Função Afim: um estudo de tarefas que envolvem aspectos gráficos e/ou situações-problema. *Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp.1832 -2846), Uberlândia, MG.
- Cazorla, I. M., Utsumi, M. C., & Magina, S. M. (2021, novembro). Revisitando o conceito de mediana na perspectiva dos campos conceituais: uma aproximação teórica. *Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 2556-2569), Uberlândia, MG.
- Fiorentini, D., Grando, R.C., Miskulin, R.G.S., Crecci, V.M., Lima, R.C.R., & Costa, M.C. (2016). O professor que ensina Matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In D. Fiorentini, C. L. B. Passos, & R. C. R. Lima (Org.), *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática: período 2001-2012* (pp. 17-42). Campinas: FE/Unicamp.
- GEPeDiMa. (2021). Grupo de estudo e pesquisa em didática da matemática. Disponível em: <https://prpgem.wixsite.com/gepedima>.
- Magina, S. M. P., Santos, A., & Merlini, V. L. (2014). O raciocínio de estudantes do Ensino Fundamental na resolução de situações das estruturas multiplicativas. *Bauru: Ciência & Educação*, 20(2), 517-533. doi: 10.1590/1516-73132014000200016
- Rezende, V., & Nogueira, C. M. I. (2018, novembro). Ideias base do conceito de função mobilizadas (ou não) por estudantes de diferentes níveis de ensino. *Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Foz do Iguaçu, PR.
- Sureda, P., & Otero, M R. (2011). Nociones fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales. *Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciências*, 6(1), 124-138.
- Vergnaud, G. (1990). La Théorie des Champs Conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.
- Vergnaud, G. (1996). A teoria dos campos conceituais. In J. Brun. *Didáctica das Matemáticas* (pp. 155-191). Lisboa: Instituto Piaget.
- Vergnaud, G. (2003). A gênese dos campos conceituais. In E. P. Grossi (Org.), *Por que ainda há quem não aprende? A teoria* (pp. 21-64). Rio de Janeiro: Vozes.
- Vergnaud, G. (2009). O que é aprender? In M. Bittar & C. A. Muniz. (Org). *A aprendizagem Matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais* (pp. 13-35). Curitiba: CRV.
- Vergnaud, G. (2014). *A criança, a Matemática e a realidade: problemas do ensino da Matemática na escola elementar*. Curitiba: UFPR.
- Zanella, M. S., & Rezende, V. (2021, novembro). Ideias base de função e o Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas: um estudo de um livro didático do 5º ano. *Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 2847-2861), Uberlândia, MG.