

O CAMPO CONCEITUAL MULTIPLICATIVO: UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM À LUZ DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE MULTIPLICATIONAL CONCEPTUAL FIELD: A LEARNING PROPOSAL IN THE LIGHT OF THE THEORY OF DIDACTIC SITUATIONS IN THE 8TH YEAR OF ELEMENTARY EDUCATION

EL CAMPO CONCEPTUAL MULTIPLICACIONAL: UNA PROPUESTA DE APRENDIZAJE A LA LUZ DE LA TEORÍA DE SITUACIONES DIDÁCTICAS EN EL 8º AÑO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n6-172>

Data de submissão: 15/05/2025

Data de publicação: 15/06/2025

Jérbeson Costa Nunes

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática Universidade Federal do Amazonas - UFAM
jerbessonunes@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-9361-393X>
<http://lattes.cnpq.br/2798406929324128>

Francisco Eteval da Silva Feitosa

Doutor em Matemática pela Universidade Federal do Amazonas
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
<https://orcid.org/0000-0003-0913-3427>
<http://lattes.cnpq.br/1820343517767978>

RESUMO

O presente artigo é um recorte de uma dissertação de mestrado que investiga os efeitos da abordagem de ensino baseada na Teoria das Situações Didáticas sobre o desempenho dos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental na resolução de situações-problema relacionadas ao Campo Conceitual Multiplicativo. Como fundamentação teórica, utilizou-se a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990, 2009) e a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1996, 2008). O principal objetivo é analisar os efeitos dessa abordagem de ensino sobre o desempenho dos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental na resolução de situações-problema do Campo Conceitual Multiplicativo. Este estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, com o delineamento de um estudo de caso. A investigação foi realizada na Universidade Federal do Amazonas, dentro do projeto denominado Escola de Matemática Básica. Participaram da pesquisa 12 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. Os resultados indicam uma melhoria significativa na habilidade dos alunos de compreender e aplicar conceitos multiplicativos em situações-problema envolvendo o Campo Conceitual Multiplicativo, sugerindo que a integração da Teoria das Situações Didáticas e da Teoria dos Campos Conceituais facilita um aprendizado matemático mais profundo e engajado. Conclui-se que a abordagem pedagógica que incorpora essas teorias não apenas contribui para superar dificuldades conceituais em matemática, mas também promove um aprendizado mais potencialmente significativo e duradouro.

Palavras-chave: Ensino de matemática. Teoria dos Campos Conceituais. Campo Conceitual Multiplicativo. Situações problemas.

ABSTRACT

This article is an excerpt from a master's dissertation that investigates the effects of the teaching approach based on the Theory of Didactic Situations on the performance of students in the Final Years of Elementary School in solving problem situations related to the Multiplicative Conceptual Field. As a theoretical basis, Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (1990, 2009) and Brousseau's Theory of Didactic Situations (1996, 2008) were used. The main objective is to analyze the effects of this teaching approach on the performance of students in the Final Years of Elementary School in solving problem situations of the Multiplicative Conceptual Field. This study adopts a qualitative, exploratory and descriptive approach, with the design of a case study. The research was carried out at the Federal University of Amazonas, within the project called Escola de Matemática Básica. Twelve students from the 8th grade of Elementary School participated in the research. The results indicate a significant improvement in students' ability to understand and apply multiplicative concepts in problem situations involving the Multiplicative Conceptual Field, suggesting that the integration of the Theory of Didactic Situations and the Theory of Conceptual Fields facilitates deeper and more engaged mathematical learning. It is concluded that the pedagogical approach that incorporates these theories not only contributes to overcoming conceptual difficulties in mathematics, but also promotes more potentially meaningful and lasting learning.

Keywords: Mathematics teaching. Theory of Conceptual Fields. Multiplicative Conceptual Field. Problem situations.

RESUMEN

Este artículo es un extracto de una disertación de maestría que investiga los efectos del enfoque de enseñanza basado en la Teoría de Situaciones Didácticas en el desempeño de estudiantes de los últimos años de la escuela primaria en la resolución de situaciones-problema relacionadas con el Campo Conceptual Multiplicativo. Como base teórica, se utilizó la Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) y la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (1996, 2008). El objetivo principal es analizar los efectos de este enfoque de enseñanza en el desempeño de los estudiantes de los últimos años de la escuela primaria en la resolución de situaciones-problema del Campo Conceptual Multiplicativo. Este estudio adopta un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, con el diseño de un estudio de caso. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Federal de Amazonas, dentro del proyecto llamado Escola de Matemática Básica. Doce estudiantes del 8º año de la escuela primaria participaron en la investigación. Los resultados indican una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para comprender y aplicar conceptos multiplicativos en situaciones problemáticas que involucran el Campo Conceptual Multiplicativo, lo que sugiere que la integración de la Teoría de Situaciones Didácticas y la Teoría de Campos Conceptuales facilita un aprendizaje matemático más profundo y participativo. Se concluye que el enfoque pedagógico que incorpora estas teorías no solo contribuye a superar las dificultades conceptuales en matemáticas, sino que también promueve un aprendizaje potencialmente más significativo y duradero.

Palabras clave: Enseñanza de las matemáticas. Teoría de Campos Conceptuales. Campo Conceptual Multiplicativo. Situaciones problemáticas.

1 INTRODUÇÃO

A aritmética é um ramo da matemática que estuda as propriedades e as relações dos números, especialmente as operações fundamentais de adição, subtração, multiplicação e divisão. Esse campo matemático lida com os conceitos básicos da manipulação de números e suas propriedades algébricas e é essencial para a compreensão e resolução de problemas relacionados a quantidades e operações numéricas, sendo a base para muitos outros ramos da matemática.

Sob uma perspectiva técnica e prática, as quatro operações fundamentais da aritmética desempenham papéis importantes em nosso cotidiano. A adição, subtração, multiplicação e divisão são ferramentas essenciais que permeiam diversas situações, proporcionando eficiência na manipulação e interpretação de informações numéricas.

Dessa forma, independentemente da aplicação específica, a compreensão e o domínio dessas operações são fundamentais para uma tomada de decisão precisa e eficiente. Elas constituem a base matemática que permeia diversas áreas da vida, contribuindo para resolver uma variedade de problemas de forma prática e acessível.

Corroborando com o exposto acima, Mendes (2021) salienta que, as operações aritméticas desempenham um papel fundamental no ensino da Matemática, uma vez que representam a base primordial para a compreensão do ser humano. Isso se deve ao imperativo de incorporar, de forma clara, o ensino da Aritmética em todos os níveis de educação, destacando a sua relevância no contexto cotidiano, especialmente na abordagem educacional do século XXI.

No entanto, embora alguns campos matemáticos tenham aplicações práticas e relevantes no dia a dia dos alunos, convém lembrar que a educação matemática, muita das vezes, ainda é caracterizada pela abordagem tradicional em que o professor introduz conceitos e métodos matemáticos, seguidos pela prática dos alunos na resolução de exercícios (Oliveira, 2019). Nessa abordagem, o foco principal está na transmissão de conhecimento pelo professor e na aplicação repetitiva dos conteúdos pelos estudantes.

Essa prática, embora tenha sido utilizada ao longo dos anos e tenha suas vantagens, também pode apresentar algumas limitações. Ao se concentrar exclusivamente na memorização e na aplicação mecânica de fórmulas e técnicas, pode-se deixar de estimular o pensamento crítico e a compreensão profunda dos conceitos matemáticos. Os alunos podem se tornar mais adeptos a seguir um caminho pré-estabelecido pelo professor em vez de desenvolver suas habilidades de resolução de problemas de forma criativa e autônoma.

Assim, entendendo que o campo aritmético das operações básicas possui implicações salientes em diversas áreas do conhecimento, para promover um aprendizado matemático mais relevante, é preciso adotar metodologias que envolvam os alunos ativamente na construção do conhecimento, por meio de problemas reais e desafiadores, permitindo que eles percebam a matemática como uma ferramenta poderosa para enfrentar questões do mundo real e desenvolver habilidades analíticas e de resolução de problemas (Silva, 2019).

Nesse panorama, a Teoria das Situações Didáticas (TSD), proposta por Guy Brousseau, é uma teoria que estabelece um modelo educacional no qual a aprendizagem ocorre por meio da adaptação do aluno ao milieus (um meio material como peças de um jogo, um desafio ou um problema, juntamente com as regras de interação associadas), enfatizando a importância da assimilação e adaptação ao meio criado durante o processo. Ela destaca a mudança fundamental que permite aos alunos se envolverem em atividades autônomas (Brousseau, 1996).

Destaca-se também a Teoria dos Campos Conceituais – TCC, proposta por Gerard Vergnaud e seus colaboradores, sendo que essa teoria cognitivista tem como objetivo principal fornecer um embasamento teórico para compreender como os conhecimentos estão conectados e como ocorrem as mudanças conceituais ao longo do tempo (Moreira, 2002).

Ressalta-se que a TCC é importante para a aprendizagem porque ela permite identificar e analisar as conexões existentes entre os conhecimentos com base nos conteúdos conceituais. Isso possibilita a investigação das dificuldades dos educandos, especialmente no contexto do aprendizado de conceitos, e possibilita ao professor estimular e valorizar a atividade dos alunos. Além disso, a TCC concentra-se na investigação das condições nas quais os alunos podem compreender, assimilar e internalizar conceitos específicos provenientes do saber escolar (Vergnaud, 2009).

Considerando tudo que foi exposto, apresentamos uma proposta para o ensino e aprendizagem de multiplicação e divisão no Ensino Fundamental com a utilização de tarefas fundamentadas na TCC realizadas por meio da abordagem da TSD como ferramentas pedagógicas.

Em vista disso, a presente pesquisa é norteada pela seguinte questão: Como o raciocínio dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental na resolução de problemas do Campo Multiplicativo são influenciados pela abordagem de ensino baseada na Teoria das Situações Didáticas?

Com base em tudo que foi exposto delimitou-se o objetivo desta pesquisa em: analisar os efeitos da abordagem de ensino orientada pela Teoria das Situações Didáticas sobre o desempenho de estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental na resolução de situações-problema do Campo Conceitual Multiplicativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente tópico tem como objetivo apresentar os referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa, abordando conceitos essenciais para a compreensão do fenômeno investigado. Inicialmente, discute-se o Campo Conceitual Multiplicativo, que é subcampo da Teoria dos Campos Conceituais, proposta por Vergnaud, com o intuito de detalhar os elementos que compõem esse domínio específico e sua relevância para o ensino e a aprendizagem da matemática. E em seguida, são apresentados os pressupostos fundamentais da Teoria das Situações Didáticas, de Brousseau, que subsidiam a análise das interações entre professor, aluno e saber matemático no contexto escolar.

2.1 O CAMPO CONCEITUAL MULTIPLICATIVO

Sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990), os conceitos da operação de divisão estão inseridos no Campo Conceitual Multiplicativo (CCM). Assim, o CCM pode ser representado pela tríade $C = (S, I, R)$. Essa tríade é composta por:

S (a referência): o conjunto de situações que conferem sentido aos conceitos de multiplicação e divisão;

I (o significado): o conjunto de invariantes que fundamentam a operacionalidade dos esquemas utilizados para resolver tarefas relacionadas à multiplicação e divisão;

R (o significante): o conjunto de formas que possibilitam a representação das estruturas multiplicativas, abrangendo suas propriedades, situações e procedimentos para lidar com tarefas envolvendo esses conceitos.

A seguir, serão apresentados os elementos teóricos necessários para a construção dos conceitos concernentes ao campo conceitual multiplicativo.

É relevante considerar primeiro um campo conceitual como um conjunto de situações, sendo que as estruturas multiplicativas, fundamentais em matemática, compreendem operações de multiplicação, divisão ou as combinações destas. A multiplicação, ao representar a combinação de grupos iguais, e a divisão, ao distribuir quantidades equitativamente, são componentes essenciais dessas estruturas.

No contexto abordado, o termo "situação" não se refere a uma situação didática, mas sim a uma tarefa. A essência reside na ideia de que qualquer complexidade pode ser desmembrada em tarefas, cuja natureza e dificuldade específicas são cruciais para compreensão (Vergnaud, 1990).

Para Vergnaud (1990) a dificuldade de uma tarefa não se resume à soma ou ao produto das dificuldades das subtarefas individuais; entretanto, é evidente que o insucesso em uma subtarefa implica no fracasso global da situação. Dessa forma, a análise e compreensão das características distintas de cada tarefa são essenciais para enfrentar eficazmente situações complexas.

Além disso, Vergnaud (1990, p. 147-148) enfatiza ainda que

o campo conceitual das estruturas multiplicativas é tanto o conjunto de situações cujo tratamento envolve uma ou mais multiplicações ou divisões, quanto o conjunto de conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações: proporção simples e proporção múltipla, linear e n- função linear, direta e indiretamente, quociente e produto de dimensões, combinação linear e aplicação linear, fração, razão, número racional, múltiplo e divisor, etc.

De acordo com Santana et al. (2016) para entender as estruturas multiplicativas, é fundamental inicialmente considerar que suas relações podem assumir formatos ternários e quaternários. No contexto ternário, observa-se uma conexão entre duas quantidades, podendo ser de natureza semelhante ou diferente, e a operação entre essas resultará em uma terceira quantidade. Por outro lado, a relação quaternária envolve o manuseio de quatro quantidades, combinando-as duas a duas, e abordando duas grandezas distintas.

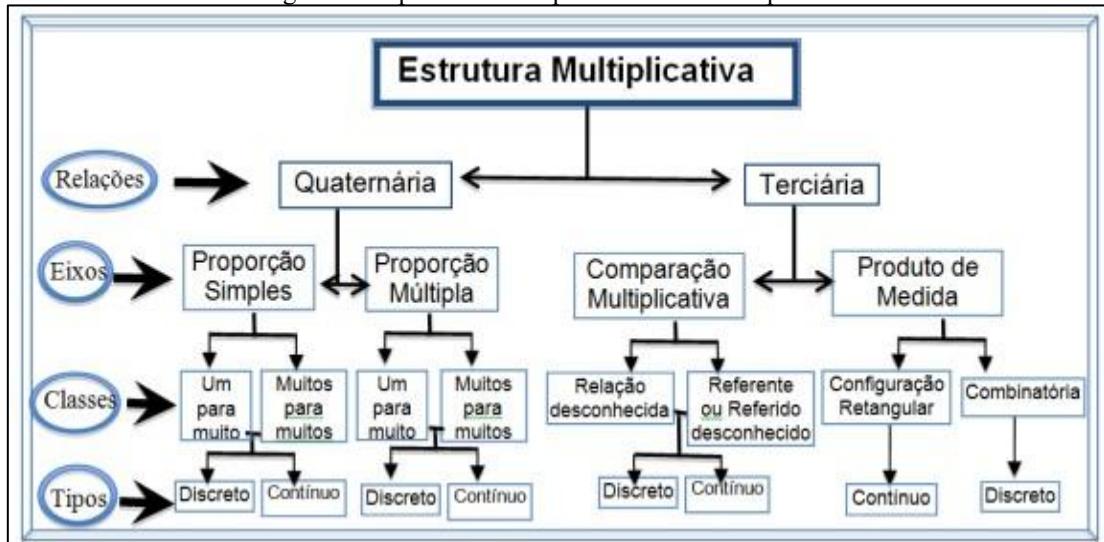
Ainda, segundo a autora, cada uma das relações agrupa eixos distintos. Os eixos relativos às relações quaternárias são: proporção simples, proporção dupla e proporção múltipla. Os relativos às relações ternárias são: comparação multiplicativa e produto de medidas.

Assim, os problemas de natureza multiplicativa são sistematicamente categorizados em duas grandes classes de relações.

Isomorfismo de medidas: a primeira grande forma de relação multiplicativa é uma relação quaternária entre quatro quantidades, sendo duas medidas de certo tipo e as outras duas de outro tipo; e produto de medidas: essa forma de relação consiste em uma relação ternária entre três quantidades, das quais uma é o produto das outras duas, tanto no plano numérico quanto no plano dimensional (Vergnaud, 2009, p. 239).

Para uma compreensão mais aprofundada desta estrutura, Merlini e Santos (2016) desenvolveram um esquema do Campo Conceitual Multiplicativo (Figura 1), abrangendo todos os elementos das duas relações mencionadas anteriormente.

Figura 1: Esquema do Campo Conceitual Multiplicativo



Fonte: Merlini e Santos (2016).

Assim, para entender a dimensão das Estruturas Multiplicativas é necessária uma compreensão conceitual, bem como, a possibilidade de pensar a formação do conceito com a finalidade de romper com o campo aditivo e, assim, ampliar o repertório de conhecimento matemático tanto para o professor quanto para os estudantes (Lopes, 2023).

É evidente que compreender e resolver problemas que envolvem essas relações do Campo Multiplicativo são habilidades fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e analítico dos alunos. Segundo Lopes (2023) ao aplicar esses conceitos em situações do cotidiano, os estudantes podem aprimorar não apenas suas habilidades matemáticas, mas também sua capacidade de raciocínio lógico e resolução de problemas.

A seguir, discute-se a Teoria das Situações Didáticas, que é relevante para a formação de professores de Matemática. Essa teoria tem como objetivo guiar as práticas pedagógicas durante o planejamento e a execução das aulas, delineando os papéis do professor e dos alunos.

2.2 A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Durante os anos de 1970, a situação era predominantemente uma ferramenta manipulada pelo professor. Nesse cenário, o educador utilizava diversos recursos, como textos e materiais, para criar um ambiente de aprendizado. Sob esse paradigma, o professor não apenas delineava o ambiente, mas também controlava ativamente as interações dos alunos com o conteúdo.

Entretanto, conforme a teoria evolui, Brousseau (2008) destaca uma mudança fundamental, isto é, as situações matemáticas passam a permitir que o aluno se envolva em atividades autônomas, sem intervenção direta do professor. Nessa fase, a situação didática se transforma em um modelo que

descreve de maneira abrangente as complexas interações entre o professor, o aluno e o sistema educacional.

Brousseau (2008), em sua Teoria das Situações Didáticas, estabelece um modelo educacional no qual a aprendizagem ocorre por meio da adaptação do aluno ao milieu. O autor enfatiza que a aprendizagem só ocorre quando o sujeito assimila e se adapta ao meio criado durante o processo.

De acordo com Reges (2020, p. 90) em se tratando de matemática,

[...] o milieu pode ser uma situação-problema, um enigma, um jogo ou um dominó de frações, por exemplo. É algo que mobilize a função cognitiva do sujeito, ou seja, o aluno vai necessitar fazer uso de conhecimentos que ele já tenha, mas que não são suficientes para a resolução imediata da atividade, tornando-a desafiadora.

A interação com milieu ocorre através da escolha do dispositivo feita pelo professor ao planejar sua aula. Ao se deparar com o dispositivo e suas regras de interação, o aluno interage com ele, geralmente de forma colaborativa, experimentando, tomando decisões, formulando e testando hipóteses, buscando argumentos para sustentar suas estratégias de resolução e compartilhando-as com os colegas (Reges, 2020).

O milieu deve ser preparado no sentido de provocar desequilíbrio no aluno, para que ele, através de processos adaptativos (assimilação e acomodação) consiga se reequilibrar, assim ocorrendo a aprendizagem. Neste caso, considera-se que o milieu é antagonista, ou seja, um fator de dificuldades, contradições e desequilíbrio (Reges, 2020, p. 91).

Portanto, o milieu é concebido como um elemento que cria um ambiente propício para a construção do conhecimento, mesmo que isso implique em enfrentar dificuldades e contradições, pois é nesse contexto que ocorre o verdadeiro processo de aprendizagem.

Três tipos de situações didáticas são estabelecidos por Brousseau (2008): Situação de Ação, Situação de Formulação e Situação de Validação, cujos os esquemas serão apresentados a seguir.

2.2.1 Situação de ação

Neste contexto de ação, um indivíduo age escolhendo estados do ambiente de acordo com suas motivações. Se o ambiente responde de forma consistente, o sujeito aprende com o feedback, antecipa respostas e as incorpora em futuras decisões. Para Brousseau (2008, p. 28) “a aprendizagem é o processo que os conhecimentos são modificados”. Assim, a aprendizagem modifica esses conhecimentos, representados por táticas ou procedimentos do que o indivíduo considera, embora sejam projeções. O conhecimento permite ajustar essas antecipações, influenciando as escolhas do indivíduo.

Nesse cenário, o estudante realiza uma análise reflexiva e simula diversas abordagens, optando por um método de resolução no contexto de um esquema adaptativo. Essa escolha é guiada pela interação dinâmica com o ‘milieu’, permitindo ao aluno tomar as decisões necessárias para estruturar de maneira eficaz a resolução do problema (Brousseau, 1996).

2.2.2 Situação de formulação

Nesta ação, Brousseau (2008) discute a complexidade dos modelos implícitos de ação e como eles mudam à medida que são formulados. Segundo ele, a formulação de um conhecimento implícito não apenas o define, mas também afeta a maneira como pode ser tratado, aprendido e adquirido. Esse processo envolve o sujeito sendo capaz de reconhecer, identificar, decompor e reconstruir esse conhecimento em um sistema linguístico. Além disso, o autor sugere que a formulação de um conhecimento implica a interação com um outro sujeito, real ou fictício, a quem a informação deve ser comunicada.

Na etapa de formulação, segundo a abordagem de Brousseau (1996), ocorre uma troca dinâmica de informações entre o aluno e o ‘milieu’. Esse intercâmbio se realiza por meio de uma linguagem mais adaptável, sem a obrigatoriedade de recorrer explicitamente à linguagem matemática formal. Durante esse processo, podem surgir elementos como ambiguidade, redundância, metáforas, criação de termos semiológicos inovadores, e há a possibilidade de falta de pertinência e eficácia na transmissão da mensagem, no contexto de contínuas retroalimentações. Assim, nas fases de formulação, os alunos buscam alterar a linguagem comum, adaptando-a às informações que precisam comunicar de maneira mais efetiva.

2.2.3 Situação de validação

Em tal situação, o emissor não é apenas um informante, mas um proponente ativo, enquanto o receptor é um oponente crítico. Ambos colaboram para conectar o conhecimento à situação, confrontando-se e desafiando suas ideias. Juntos, formulam relações entre o contexto e o conhecimento matemático. Cada um pode discordar e pedir justificativas, promovendo uma construção coletiva do entendimento e facilitando a resolução de problemas complexos.

Segundo Brousseau (1996), nesta etapa, os estudantes procuram persuadir os interlocutores (os outros grupos) da validade de suas afirmações por meio da utilização de uma linguagem matemática apropriada, frequentemente empregando demonstrações. As fases de devolução, ação, formulação e validação são distintivas da situação adidática, na qual o professor concede ao aluno a autonomia para

percorrer os caminhos da descoberta, abstendo-se de revelar suas intenções didáticas. Nessa dinâmica, o professor assume unicamente o papel de mediador.

Nesse contexto, fica claro que o aprendizado não é apenas um processo passivo de absorção de informações, mas sim uma interação dinâmica entre o sujeito e seu ambiente. Conforme Brousseau (2008) enfatiza, a aprendizagem implica na modificação dos conhecimentos, onde as experiências e as escolhas do indivíduo são fundamentais. Além disso, a interação entre indivíduos é crucial na formulação do conhecimento, revelando a necessidade de comunicação eficaz e compreensão mútua.

2.2.4 Institucionalização das situações

Nunes (2019) salienta que na fase de institucionalização, ocorre a definição da estrutura matemática a ser estudada. Durante as etapas prévias, uma narrativa singular se desenvolve, agora elevada a um status universal, integrando-se à cultura que origina o conhecimento em questão. É neste ponto que o conhecimento é formalmente validado e oficializado.

Inicia-se o processo de institucionalização do conhecimento, destinado a estabelecer normas sociais e a refletir as intenções do professor. Durante esse momento, o professor retoma parte da responsabilidade anteriormente concedida aos alunos, avaliando e validando as produções dos estudantes ou descartando aquelas que não atendem aos critérios estabelecidos. Isso se concretiza por meio da formalização e generalização, onde os objetos de estudo são definidos. É na fase de institucionalização que o papel explícito do professor se manifesta, o objeto de estudo é oficialmente assimilado pelo aluno, e o professor reconhece formalmente tal processo de aprendizagem (Brousseau, 2008).

Dessa forma, a institucionalização se configura como o processo pelo qual o conhecimento transita de seu papel como meio de resolução imediata de situações de ação, formulação ou validação, para o papel de referência para utilizações futuras, tanto coletivas quanto pessoais.

É uma maneira dos professores trabalharem de forma interdisciplinar, envolvendo conteúdos matemáticos, tecnologias digitais e situações do dia-a-dia dos alunos buscando enriquecer o processo ensino-aprendizagem dentro e fora da sala de aula. Dessa forma, o termo “situação didática” está relacionado aos conteúdos matemáticos que o aluno sabe de acordo com seu ambiente ao redor, sendo assim esse processo acontecerá se o discente demonstrar interesse em ampliar e reestruturar seu conhecimento.

Diante do exposto, percebe-se que a Teoria dos Campos Conceituais, o Campo Conceitual Multiplicativo e a Teoria das Situações Didáticas se complementam ao fornecerem subsídios teóricos para a compreensão dos processos de aprendizagem matemática. Enquanto a Teoria dos Campos

Conceituais, de Vergnaud, permite analisar como os conhecimentos matemáticos se organizam em esquemas cognitivos a partir de diferentes situações, o campo conceitual da estrutura multiplicativa aprofunda a compreensão específica sobre os conceitos e relações envolvidos na multiplicação e divisão.

Já a Teoria das Situações Didáticas, de Brousseau, contribui ao evidenciar a importância das interações didáticas no processo de construção do conhecimento, delineando como as situações de ensino podem favorecer a mobilização e a apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes. Assim, partimos neste estudo do pressuposto que essas abordagens dialogam entre si ao articularem os aspectos cognitivos, conceituais e didáticos da aprendizagem, fornecendo uma base sólida para o ensino da estrutura multiplicativa na educação básica.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, conforme definido por (D'Ambrosio, 2012, p. 93), que a concebe como uma pesquisa “[...] focalizada no indivíduo, com toda a sua complexidade, e na sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural”.

Justifica a escolha por esta abordagem o fato da pesquisa que se almeja realizar possuir as seguintes características:

- 1) A interpretação como foco. Nesse sentido, há um interesse em interpretar a situação em estudo sob o olhar dos próprios participantes; 2) A subjetividade é enfatizada. Assim, o foco de interesse é a perspectiva dos informantes; 3) A flexibilidade na conduta do estudo. Não há uma definição a priori das situações; 4) O interesse é no processo e não no resultado. Segue-se uma orientação que objetiva entender a situação em análise; 5) O contexto como intimamente ligado ao comportamento das pessoas na formação da experiência; e 6) O reconhecimento de que há uma influência da pesquisa sobre a situação, admitindo-se que o pesquisador também sofre influência da situação de pesquisa (Oliveira, 2008, p. 14).

A metodologia qualitativa é adequada para este estudo devido à sua ênfase na interpretação e subjetividade, permitindo explorar como os alunos do 8º ano do Ensino Fundamental compreendem e aplicam os conceitos de multiplicação e divisão. Além disso, essa abordagem permite captar a complexidade das interações dos alunos com o ambiente de aprendizagem e com as metodologias propostas, como a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria das Situações Didáticas, oferecendo uma visão detalhada sobre o desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes.

A pesquisa assume uma natureza tanto exploratória como descritiva, que de acordo com Gil (2002) as pesquisas exploratórias e descritivas frequentemente são consideradas etapas preliminares essenciais para a obtenção de explicações científicas.

A abordagem exploratória se caracteriza pela sondagem da temática junto aos participantes, objetivando a identificação de seus conhecimentos prévios. Esse tipo de pesquisa visa principalmente desenvolver, esclarecer e ajustar conceitos e ideias, com o intuito de formular problemas mais precisos ou hipóteses passíveis de investigação em estudos subsequentes (Gil, 2002).

A natureza exploratória é justificada pela busca em sondar os conhecimentos prévios dos estudantes, desenvolver novos insights sobre a aplicação das teorias envolvidas, e a flexibilidade metodológica que permite ajustes conforme novos dados surgem. Além do mais, a pesquisa enfatiza a investigação dos processos de aprendizagem, ao invés de apenas medir resultados, contribuindo assim para a formulação de problemas mais precisos e hipóteses para estudos futuros. Essa abordagem é adequada para explorar um fenômeno pouco compreendido, desenvolver novas perspectivas de ensino e gerar um entendimento mais claro e contextualizado das experiências dos estudantes na aprendizagem do Campo Conceitual Multiplicativo.

Trata-se de uma pesquisa descritiva, pois seu foco reside na descrição do fenômeno observado através da TCC e da TSD. Pois conforme Gil (2002) as pesquisas descritivas têm como principal objetivo a apresentação detalhada das características de uma determinada população ou fenômeno, ou ainda, a análise das relações entre diferentes variáveis. Esses estudos abrangem uma ampla gama de investigações e se destacam pela adoção de métodos padronizados de coleta de dados, como questionários e observações sistemáticas.

O delineamento desta pesquisa utiliza o estudo de caso, considerado por Yin (2005) como uma estratégia metodológica ideal para investigar fenômenos complexos dentro de seus contextos reais. Yin (2005) destaca que os estudos de caso são particularmente úteis para explorar situações em que as intervenções e os resultados não são claramente distinguíveis dos contextos nos quais ocorrem. Ele afirma: "O estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o 'caso') em profundidade e dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente evidentes" (Yin, 2005, p. 18).

Seguindo essa orientação, o presente estudo de caso foi desenhado para capturar as nuances das práticas pedagógicas em matemática, permitindo uma análise detalhada de como estratégias específicas de ensino impactam o aprendizado dos estudantes. Este método é particularmente valioso para entender a interação entre a teoria educacional e a prática pedagógica, oferecendo insights profundos sobre as dinâmicas da sala de aula e a eficácia das intervenções didáticas.

Dessa forma, além da análise do desempenho dos estudantes, buscou-se promover ajustes e reflexões sobre suas estratégias de resolução. No contexto do estudo de caso, essa abordagem permitiu uma investigação aprofundada das interações entre os alunos e as metodologias de ensino adotadas,

proporcionando uma compreensão mais detalhada sobre os desafios e avanços no aprendizado matemático. Conforme Yin (2005), o estudo de caso possibilita não apenas a observação de fenômenos dentro de seus contextos reais, mas também a análise de como fatores específicos influenciam os resultados educacionais.

Assim, o envolvimento contínuo dos participantes neste estudo possibilitou um ciclo dinâmico de observação, análise e adaptação, garantindo que as dificuldades identificadas pudessem ser abordadas por meio de estratégias ajustadas ao contexto da aprendizagem. Esse processo reforça a natureza do estudo de caso como um método que integra teoria e prática, possibilitando a formulação de recomendações baseadas em evidências concretas obtidas ao longo da pesquisa.

No que diz respeito ao locus da pesquisa para a coleta de dados, esta foi conduzida na Universidade Federal do Amazonas – UFAM na cidade de Manaus. Os participantes da pesquisa foram 12 estudantes da Educação Básica, mais precisamente, alunos do 8º ano do Ensino Fundamental que participaram do projeto denominado Escola de Matemática Básica dentro na Instituição, onde as aulas eram ministradas por graduandos do curso de Licenciatura em Matemática. Essa seleção específica visou abordar a questão de pesquisa de maneira direcionada, alinhando-se aos objetivos delineados para o estudo.

Os critérios de inclusão/exclusão dos participantes nesta pesquisa estão vinculados à condição de ser aluno do 8º ano do Ensino Fundamental integrante do projeto Escola de Matemática Básica, na UFAM, cujos pais ou responsáveis legais tenham formalizado a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a participação no estudo. E foram excluídos da pesquisa os indivíduos que faltaram um dos encontros durante a realização da pesquisa.

Na execução da pesquisa, destacam-se três principais técnicas de coleta de dados: Observação participante e a minuciosa observação das situações matemáticas em seu contexto natural, a utilização de filmagens e fotografias para documentar as interações, e a aplicação de um protocolo estruturado (quadro para estruturar as respostas) durante as atividades matemáticas. Além disso, para aprimorar a abordagem, foram utilizados instrumentos como um diário de bordo para registrar reflexões e insights, a câmera do celular para capturar momentos-chave e avaliação impressa para analisar o desempenho e a compreensão dos participantes. Essa combinação estratégica de técnicas e instrumentos proporcionou uma análise abrangente e fundamentada das situações matemáticas em estudo.

Nesse contexto, a análise dos dados da pesquisa foi conduzida por meio da Análise de Conteúdo que segundo Bardin (2016) essa análise compreende três fases distintas. A primeira, denominada pré-análise, engloba a seleção dos documentos, a formulação de hipóteses e a preparação do material para análise. Na segunda fase, ocorre a exploração do material, que inclui a identificação das unidades, sua

enumeração e classificação. Por fim, a terceira etapa consiste no tratamento, inferência e interpretação dos dados. Além disso,

[...] é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2004, p.37).

Destarte, a Análise Conteúdo busca descobrir os elementos ou unidades de sentido presentes em um conjunto de mensagens. Ela envolve a aplicação de procedimentos sistemáticos e objetivos para categorizar esses elementos e extrair inferências sobre o conteúdo, as condições de produção e recepção das mensagens, bem como os contextos em que foram geradas. Bardin (2004) enfatiza a importância de uma abordagem rigorosa e estruturada na análise de conteúdo, que permite uma interpretação confiável e válida dos dados comunicativos.

Assim, a pesquisa utilizou a Análise de Conteúdo conforme Bardin (2016) para examinar os dados coletados, garantindo uma interpretação sistemática e aprofundada das respostas dos participantes. A categorização foi fundamental para organizar e compreender os conteúdos emergentes, permitindo uma análise estruturada com base nos níveis estabelecidos.

A etapa da coleta de dados, denominada avaliação a posteriori, foi estruturada para analisar a compreensão dos estudantes sobre situações matemáticas relacionadas ao Campo Conceitual Multiplicativo. Essa avaliação contempla questões que exploram o conhecimento sobre relações quaternárias.

O Quadro 1 apresenta a distribuição das 4 questões, categorizadas por eixo e classe das relações quaternárias, permitindo uma análise detalhada do desempenho dos estudantes em diferentes tipos de raciocínio matemático.

Quadro 1: Situações matemáticas da avaliação a posteriori

RELAÇÃO QUATERNÁRIA

Situação-problema	Eixo	Classe
1) Um cavalo usa 4 ferraduras. Quantas ferraduras são necessárias para 7 cavalos?	Proporção Simples	Um para muitos
2) Para pintar um prédio, 5 pintores levam 40 dias. Em quanto tempo 10 pintores fazem o mesmo serviço?	Proporção Simples	Muitos para muitos
3) Uma lâmpada consome 60 watts em duas horas. Quantos watts são consumidos por 4 lâmpadas em 10 horas?	Proporção Múltipla	Um para muitos
4) Uma escola conta com 4 professores que, juntos, conseguem corrigir 32 provas em duas horas. Caso a escola contrate mais 3 professores, quantas provas eles poderão corrigir em um período de 6 horas?	Proporção Múltipla	Muitos para muitos

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados obtidos das situações na avaliação a posteriori foram utilizados para estabelecer um diálogo com as descobertas da revisão de literatura. Nesta etapa, o foco estava em analisar a evolução da compreensão dos estudantes em relação às situações matemáticas propostas, considerando as relações ternárias e quaternárias abordadas na avaliação. Além disso, buscou-se verificar como as interações nas diferentes fases da atividade (ação, formulação e validação) contribuíram para a construção do conhecimento e a superação de dificuldades conceituais previamente identificadas. Essa análise permitiu compreender de que maneira os estudantes mobilizaram e ajustaram seus pensamentos ao longo do processo, evidenciando padrões de aprendizagem e eventuais lacunas conceituais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste ocorreu com 12 estudantes, organizados em quatro grupos do 8º ano, cada um composto por 3 alunos. O teste, com as quatro questões, foi administrado pelo pesquisador, utilizando o instrumento de avaliação e as categorias de análise previamente desenvolvidas.

Adicionalmente, a identificação dos grupos foi realizada por meio de um código único para cada um, que inclui um prefixo correspondente ao grupo ao qual pertenciam durante a aplicação da avaliação. Assim, o grupo do 8º ano, foram pertencentes aos grupos G8-1, G8-2, G8-3 e G8-4. Esse método de codificação permitiu uma análise estruturada das respostas de cada grupo, sem comprometer a privacidade dos estudantes.

No contexto desta pesquisa, o milieu foi representado pelas questões matemáticas do teste, que desafiaram os estudantes a mobilizar seus conhecimentos prévios e desenvolver novas estratégias de resolução. Segundo a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (2008), o milieu atua como um elemento fundamental para o aprendizado, pois impõe desafios e contradições que impulsionam o aluno a refletir, testar hipóteses e adaptar suas estratégias para superar dificuldades. Assim, as questões propostas desempenharam o papel de um ambiente problemático estruturado, no qual os estudantes foram incentivados a interagirativamente com o conhecimento matemático.

Na Etapa de Ação, os estudantes foram organizados em quatro pequenos grupos de três participantes. Essa organização inicial teve a duração de 50 minutos e permitiu que cada grupo se engajasse de forma independente na resolução dos problemas matemáticos, sem interferência direta do professor, caracterizando a situação de ação, na qual os estudantes enfrentam os desafios propostos e constroem suas próprias estratégias de resolução. Conforme indicado por Brousseau (2008), essa fase é essencial, pois possibilita que os alunos experimentem diferentes abordagens, interajam com o milieu e desenvolvam suas próprias hipóteses para resolver as questões. Após concluir essa etapa, os grupos entregaram suas respostas iniciais para posterior análise.

Em seguida, foi realizada a Etapa de Formulação, na qual os grupos foram reorganizados para permitir um intercâmbio de ideias entre os estudantes. Nesta fase, com duração de 20 minutos, os quatro grupos do 8º ano foram subdivididos em dois grupos maiores (G8-1 e G8-2; G8-3 e G8-4). Essa reestruturação visou promover a troca de estratégias e reflexões entre os participantes, permitindo que os estudantes analisassem diferentes abordagens e refinassem suas respostas.

De acordo com Brousseau (2008), a situação de formulação envolve um processo de comunicação e reconstrução do conhecimento, no qual os estudantes compartilham suas ideias, ajustam suas estratégias e reinterpretam os conceitos matemáticos discutidos. Durante essa fase, os alunos revisaram as questões, discutiram alternativas e elaboraram uma nova versão de suas respostas, consolidando assim uma compreensão mais aprofundada dos problemas matemáticos.

Por fim, na Etapa de Validação, com a duração de 40 minutos, os estudantes retornaram às suas formações originais dos pequenos grupos iniciais e resolveram novamente as questões, levando em consideração os conhecimentos adquiridos na fase anterior. Essa etapa reflete a situação de validação, na qual os estudantes confrontam suas respostas, justificam suas escolhas matemáticas e apresentam argumentos para defender suas soluções. Segundo Brousseau (2008), essa fase é essencial para a aprendizagem matemática, pois permite que os estudantes testem a coerência de suas respostas e busquem sustentação lógica para suas estratégias. Após essa revisão final, cada grupo entregou uma nova versão das respostas, refletindo um processo contínuo de construção do conhecimento.

Esse ciclo de ação, formulação e validação proporcionou aos estudantes uma experiência dinâmica e interativa de aprendizagem matemática, fundamentada nos princípios da Teoria das Situações Didáticas. O processo possibilitou que os alunos enfrentassem desafios, interagissem com seus pares e desenvolvessem uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos trabalhados, evidenciando o papel do milieu como elemento central na mediação do conhecimento e na promoção do desenvolvimento cognitivo dos participantes.

Optou-se por analisar apenas um grupo na etapa de avaliação a posteriori, sendo selecionado o grupo G8-4. Essa escolha se fundamenta diretamente no delineamento metodológico do estudo, que assume uma abordagem qualitativa com o delineamento de estudo de caso. Dessa forma, foi possível realizar uma análise mais detalhada e aprofundada dos raciocínios utilizados pelos estudantes, permitindo uma compreensão mais acurada das particularidades, dificuldades e avanços observados. Tal decisão metodológica é coerente com os pressupostos do estudo de caso, que busca compreender profundamente fenômenos educacionais dentro de contextos reais, valorizando a qualidade da análise em detrimento da quantidade de casos analisados.

Destaca-se que a análise qualitativa será conduzida adotando uma abordagem holística dos dados coletados, utilizando o instrumento e a categorias de análise desenvolvidos por Magina, Santos e Merlini (2014). As estratégias identificadas serão subsequentemente descritas, classificadas e quantificadas em quatro níveis.

Nível 1: Incompreensível – Este nível inclui estratégias em que o estudante não registrou claramente no papel a operação utilizada para resolver o problema, ou, quando registrada, o raciocínio subjacente não foi identificável. Também foram classificadas neste nível as respostas em que o aluno produziu um desenho irrelevante para a solução, simplesmente repetiu um dado do problema, ou escolheu um número aleatoriamente sem uma justificativa comprehensível.

Nível 2: Pensamento Aditivo – Este nível engloba estratégias que utilizam operações de adição, seja através de representações pictóricas ou soluções numéricas. Os estudantes neste nível recorrem à adição para resolver problemas, demonstrando um entendimento básico do processo aditivo ao combinar elementos ou quantidades de forma visual ou através de cálculos diretos.

Nível 3: Transição (do Pensamento Aditivo para o Multiplicativo) – Neste nível, a estratégia dos estudantes envolve a formação de grupos com quantidades iguais. Essa abordagem consiste em somar repetidamente a mesma quantidade, seja através de ícones agrupados (por exemplo, IIII IIII IIII = 12) ou numericamente ($4 + 4 + 4 = 12$). Embora essa estratégia se aproxime do pensamento multiplicativo, ela ainda se baseia no raciocínio aditivo, pois envolve a formação de grupos iguais seguida pela operação de adição. A representação pictórica dessa estratégia é claramente demarcada pelos grupos desenhados, enquanto a representação numérica manifesta-se na soma de parcelas iguais. Denominamos esse fenômeno como estratégia de transição, por conectar os conceitos aditivo e multiplicativo.

Nível 4: Pensamento Multiplicativo – Neste nível, a estratégia adotada pelo estudante é characteristicamente relacionada ao campo conceitual multiplicativo, isto é, demonstrando uma compreensão e aplicação direta da estrutura multiplicativa em suas resoluções.

Com base na categorização descrita, torna-se possível identificar e analisar com maior precisão as diferentes formas de raciocínio matemático adotadas pelos estudantes diante das situações-problema propostas. Essa classificação em níveis permite não apenas observar o grau de complexidade das estratégias utilizadas, mas também acompanhar possíveis progressões no pensamento dos alunos, desde abordagens incipientes e pouco estruturadas até manifestações mais avançadas do raciocínio multiplicativo. A seguir, será apresentada a análise das quatro Situações.

A Situação 1 demonstra um padrão de resolução consistente, mantendo o grupo no Nível 4: Pensamento Multiplicativo. Na Etapa de Ação, os estudantes calcularam corretamente $4 \times 7 = 28$ e

especificaram "s o necess rias 28 ferraduras". Na Etapa de Valida o, mantiveram a mesma estrat gia e confirmaram o resultado ao registrar "28 ferraduras". A estabilidade na abordagem e a clareza na comunica o evidenciam um dom nio consolidado da estrutura multiplicativa, observe a Figura 2.

Figura 21: Solu es do grupo G8-4 nas Etapas de A o e Valida o na situa o 1

Quantidades envolvidas →		
Rela�o dada →		
$\frac{7}{x} = \frac{4}{28}$	$R = 28$	
Rela�o desconhecida →		

Quantidades envolvidas →	ferraduras	cabalos
Rela�o dada →	4	1
$1x = 4 \cdot 7$		
$1x = 28$		
$x = 28 : 1$		
$x = 28$		
Rela�o desconhecida →	28 ferraduras	7

Fonte: Os autores.

Na Situa o 2, o grupo demonstrou diferentes estrat gias entre as etapas, evidenciando flexibilidade na resolu o do problema e mantendo-se no N vel 4: Pensamento Multiplicativo. Na Etapa de A o, utilizaram um procedimento alg brico, estruturando a equa o $10x=200$, resolvendo $x=200/10$ e registrando "20 dias". J  na Etapa de Valida o, reformularam a abordagem ao aplicar um racioc nio proporcional, identificando que a rela o entre 10 e 5 pintores reduzia o tempo pela metade, concludo corretamente com "20 dias". Esse ajuste na metodologia refor a a preciso  na argumenta o matem tica, conforme Figura 3.

Figura 3: Solu es do grupo G8-4 nas Etapas de A o e Valida o na situa o 2

Quantidades envolvidas →		
Rela�o dada →		
$R = 20$ dias	$\frac{10}{5} = \frac{200}{x}$	$200 \cdot 10 = 10 \cdot 200$
Rela�o desconhecida →		

Quantidades envolvidas →	pintores	dias
Rela�o dada →	5	40
Rela�o desconhecida →	10	20
		$x = 20$ dias

Fonte: Os autores.

As resolu es da Situa o 3 mostram que o grupo G8-4 iniciou no N vel 1: Pensamento Incompreens vel, mas avan ou para o N vel 4: Pensamento Multiplicativo na Etapa de Valida o. Na Etapa de A o, realizaram as opera es $60 \times 4 = 240$ e $240 \times 10 = 2400$, mas n o apresentaram nenhuma justificativa para os c culos, tornando a resposta desconexa e sem clareza conceitual. J  na Etapa de Valida o, reorganizaram o racioc nio ao identificar corretamente que uma l mpada consome 30 watts

por hora, obtido ao dividir 60 watts (consumo em 2 horas) por 2. Em seguida, calcularam o consumo de uma lâmpada em 10 horas ao multiplicar 30 watts por 10, chegando a 300 watts. Por fim, determinaram o consumo total de 4 lâmpadas ao longo de 10 horas ao multiplicar 300 watts por 4, obtendo corretamente 1200 watts. Essa reestruturação da estratégia de resolução e a explicitação do raciocínio demonstram um avanço significativo na organização matemática, conforme Figura 4.

Figura 4: Soluções do grupo G8-4 nas Etapas de Ação e Validação na situação 3

Quantidades envolvidas →			
Relação dada →			
$ \begin{array}{r} L \cdot W \cdot H = 60 \cdot 6 \cdot 10 \\ 160 \cdot 2 = 320 \\ 9 \times 10 = 90 \\ \hline 240 \\ 240 \\ \hline 2400 \end{array} $	240	60	2
Relação desconhecida →			
Etapa de Ação			

Quantidades envolvidas →	lâmpada	watts	horas
Relação dada →	1	60	2
Relação desconhecida →	4	x	10
	1	30	1
	4	1200	10
Relação desconhecida →	4	$y = 1200$	10

Fonte: Os autores.

Por fim, na Situação 4, o grupo apresentou uma mudança significativa na compreensão do problema, partindo do Nível 1: Pensamento Incompreensível para o Nível 4: Pensamento Multiplicativo. Na Etapa de Ação, aplicaram um conjunto de operações sem estrutura clara, realizando $32 \times 2 = 64$, somando 32 para obter 96 e registrando "os professores conseguem corrigir provas", sem indicar o total correto. Esse erro compromete a precisão da resposta. Na Etapa de Validação, reestruturaram o raciocínio, iniciando com a identificação de que um professor corrige 4 provas por hora, multiplicando por 7 professores para obter 28 provas por hora e, em seguida, multiplicando por 6 horas para chegar corretamente a 168 provas. Essa revisão e correção da estratégia demonstram uma evolução significativa na organização do pensamento matemático, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Soluções do grupo G8-4 nas Etapas de Ação e Validação na situação 4

Quantidades envolvidas →			
Relação dada →			
$ \begin{array}{r} PROF \quad PROV \quad H \\ 4 \quad 32 \quad 2 \\ 7 \quad X \quad 6 \\ \hline 32 \quad 96 \\ 2 \quad 6 \\ \hline 32 \\ 96 \end{array} $ <p>Os professores conseguem corrigir 96 provas</p>	32	96	2
Relação desconhecida →			
Etapa de Ação			

Quantidades envolvidas →	Professores	provas	horas
Relação dada →	4	32	2
Relação desconhecida →	7	$x = 168$	6
	1	8	2
	1	4	1
	7	28	1
	7	$x = 168$	6
Relação desconhecida →	7	provas	

Fonte: Os autores.

Com base no exposto, a avaliação das respostas do grupo G8-4 demonstra um desempenho consistente no Nível 4: Pensamento Multiplicativo, com avanços na organização e comunicação matemática ao longo da Etapa de Validação. Em grande parte das situações, os estudantes demonstraram compreensão dos conceitos de multiplicação, divisão e proporcionalidade, aplicando corretamente as operações necessárias. No entanto, na Etapa de Ação, algumas respostas apresentaram falta de clareza na formulação ou ausência da explicitação do resultado final, na Situação 3 e Situação 4, o grupo inicialmente não apresentou coerência nos cálculos e justificativas, classificando-se no Nível 1: Pensamento Incompreensível.

Na Etapa de Validação, houve uma evolução relevante na forma como os estudantes registraram suas respostas, com melhorias na organização e na justificativa matemática. O grupo demonstrou um avanço no raciocínio multiplicativo, pois, nas Situações 3 e 4, houve uma reestruturação completa do raciocínio, permitindo a correção dos erros iniciais e a aplicação adequada da proporcionalidade, garantindo a transição para o Nível 4: Pensamento Multiplicativo. Esse progresso evidencia que a revisão e reflexão sobre os cálculos foram fundamentais para aprimorar a clareza e a precisão das respostas, consolidando o domínio dos conceitos matemáticos envolvidos.

Com relação às relações quaternárias, Magina, Santos e Merlini (2014) não corroboram com os resultados da presente pesquisa, pois as autoras constataram que a representação pictórica foi de grande valia para os estudantes, contribuindo para o sucesso na resolução das questões. No entanto, no trabalho atual, quase não houve utilização de representações pictóricas, evidenciando uma abordagem diferente e indicando que este recurso não foi empregado como estratégia para solucionar os problemas apresentados.

Outrora, o grupo ao serem classificados no Nível 1 e evoluírem para o nível 4, nas questões 3 e 4, parece apresentar estratégias que estão alinhadas às características descritas por Almeida (2017) em relação à estrutura multiplicativa, particularmente na aplicação direta da multiplicação para resolver problemas proporcionais. Esse grupo pode demonstrar indícios de compreensão das relações multiplicativas, identificando proporções e escalas de maneira aparentemente autônoma, sem recorrer a pistas explícitas no enunciado. Além disso, há sinais de familiaridade com os conceitos subjacentes à proporcionalidade, utilizando a multiplicação de forma eficiente, pós etapa de formulação, o que pode indicar um progresso na internalização das estruturas multiplicativas descritas pela autora.

Em conclusão, a pesquisa indicou uma melhoria no desempenho dos estudantes ao longo do estudo, especialmente em relação à resolução de situações-problema do Campo Conceitual Multiplicativo. Inicialmente, os alunos apresentaram dificuldades na organização das respostas e na aplicação dos conceitos multiplicativos de forma autônoma e estruturada. No entanto, com a

implementação progressiva da abordagem baseada na Teoria das Situações Didáticas, foi possível observar uma evolução na maneira como os estudantes refletiram sobre suas estratégias, corrigindo erros de maneira mais eficiente, o que sugere uma compreensão mais aprofundada do conteúdo e o uso de abordagens mais eficazes para resolver os problemas.

Por fim, a pesquisa conseguiu avançar para a etapa de institucionalização do processo de ensino-aprendizagem ao promover, por meio da implementação progressiva da abordagem baseada na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, uma transformação nas estratégias de resolução de problemas dos estudantes. Pois, inicialmente, os alunos enfrentaram dificuldades relevantes na aplicação autônoma e estruturada dos conceitos multiplicativos. No entanto, ao serem desafiados por situações-problema cuidadosamente elaboradas, eles passaram a adaptar suas estratégias, corrigir erros e, gradualmente, integrar os conceitos de maneira mais eficiente. Esse processo de adaptação ao "milieu", conforme descrito por Brousseau (2008), resultou na internalização dos conhecimentos, caracterizando a institucionalização do aprendizado. Os alunos começaram a aplicar os conceitos de forma mais independente, com maior confiança e clareza, refletindo uma evolução significativa no desenvolvimento de suas habilidades matemáticas e um avanço para a construção do conhecimento matemático de forma autônoma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal objetivo investigar os efeitos de uma abordagem de ensino fundamentada na Teoria das Situações Didáticas e na Teoria dos Campos Conceituais no aprendizado de matemática por alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental, com foco específico na resolução de situações-problema no Campo Conceitual Multiplicativo. Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa confirmaram a hipótese inicial de que a integração dessas abordagens teóricas contribui significativamente para a melhoria do desempenho dos estudantes na compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos fundamentais.

A TSD mostrou-se eficaz na promoção de situações de aprendizagem adidácticas, em que o aluno assume papel ativo na construção do conhecimento. O milieu, enquanto meio problematizador, favoreceu a emergência de conflitos cognitivos e adaptação conceitual, promovendo a participação ativa e colaborativa dos estudantes. A TCC, por sua vez, possibilitou uma análise mais refinada dos raciocínios mobilizados, permitindo identificar avanços significativos na internalização de conceitos relacionados à multiplicação, divisão e proporcionalidade. As quatro situações avaliativas demonstraram que o uso de tarefas contextualizadas e desafiadoras, aliado a intervenções pedagógicas

intencionais, foi determinante para a transição do pensamento aritmético elementar para estruturas conceituais mais robustas.

Entretanto, esta pesquisa apresenta limitações que devem ser consideradas. O estudo de caso, com amostra reduzida de 12 estudantes, restringe a generalização dos resultados para outros contextos educacionais. A escolha metodológica de aprofundamento em um único grupo limita o escopo das inferências possíveis. Além disso, o tempo reduzido de intervenção pode não ter sido suficiente para a consolidação plena dos conceitos abordados, considerando a complexidade das estruturas multiplicativas. Tais limitações, no entanto, não comprometem a relevância dos achados, mas reforçam a necessidade de estudos futuros com amostras maiores, maior duração e diversidade de contextos escolares para validar e ampliar os resultados aqui obtidos.

Conclui-se que a articulação entre teoria e prática pedagógica favoreceu o desenvolvimento do raciocínio matemático dos estudantes, contribuindo para a superação de dificuldades conceituais e promovendo aprendizagens mais significativas e duradouras. A experiência evidenciada neste estudo reforça a importância da adoção de estratégias didáticas que valorizem o protagonismo estudantil, o uso de situações-problema e a mediação docente qualificada como elementos centrais no processo de ensino-aprendizagem em matemática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. C. de. Solução de situações de comparação multiplicativa e a criatividade matemática. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2017.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução de Luís Antero Reto. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BROUSSEAU, G. Fundamentos e métodos da didática da matemática. In: BRUN, J. Didática das matemáticas. Tradução de Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. cap. 1, p. 35-113.
- BROUSSEAU, G. Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.
- GIL, A. C. et al. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- LOPES, C. S. S. Ensino de resolução de problemas do campo conceitual multiplicativo com números naturais por atividades experimentais. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2023.
- MAGINA, S. M. P.; SANTOS, A.; MERLINI, V. L. O raciocínio de estudantes do Ensino Fundamental na resolução de situações das estruturas multiplicativas. *Ciências & Educação*, Bauru, v. 20, n. 2, p. 517-533, 2014.
- MENDES, D. D. S. Importância das operações aritméticas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, no Liceu 22 de Novembro do Lossambo. *Revista Sol Nascente*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 82-95, 2021.
- MERLINI, V.; SANTOS, V. C. Estrutura multiplicativa: existe relação entre o que o professor elabora e o desempenho de seus estudantes? In: ENcontro Nacional de Educação Matemática, 12., 2016, São Paulo. Anais do XII ENEM. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2016. p. 1-12.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.
- NUNES, R. S. Modelos constitutivos de sequências didáticas: enfoque na teoria das situações didáticas. *Revista Exitus*, Santarém, v. 9, n. 1, p. 148-174, jan./mar. 2019.
- OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Travessias*, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 1-16, 2008.
- OLIVEIRA, M. de S. Uma reflexão sobre a ideia de superação do ensino tradicional na educação matemática: a dicotomia entre a abordagem clássica e abordagens inovadoras em foco. *Revista BOEM*, Florianópolis, v. 7, n. 14, p. 79-93, 2019.

REGES, M. A. G. Formação de professores que ensinam matemática: experiência fundamentada na teoria das situações didáticas explorando o campo conceitual multiplicativo. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020.

SANTANA, L. E. et al. Uma análise da compreensão de estruturas multiplicativas de professoras do ensino fundamental. In: ENcontro Nacional de Educação Matemática, 12., 2016, São Paulo. Anais do XII ENEM. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2016. p. 1-12.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. Publications Mathématiques et Informatique de Rennes, v. 10, n. 2, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. Human Development, v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.