

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DE
PROFESSORES**

**OS NEXOS CONCEITUAIS ALGÉBRICOS E O JOGO MATCRAFT:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
NOS ANOS INICIAIS DE ESCOLARIZAÇÃO**

DIOGO ALMEIDA E SILVA

**MARINGÁ
2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DE
PROFESSORES**

**OS NEXOS CONCEITUAIS ALGÉBRICOS E O JOGO MATCRAFT: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
NOS ANOS INICIAIS DE ESCOLARIZAÇÃO**

Dissertação apresentada por DIOGO ALMEIDA E SILVA, ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação.
Linha de Pesquisa: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores.

Orientador(a):
Prof^(a). Dr(a): LUCIANA FIGUEIREDO
LACANALLO ARRAIS

MARINGÁ
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S586n	<p>Silva, Diogo Almeida e</p> <p>Os nexos conceituais algébricos e o jogo matcraft : uma proposta para o ensino de matemática nos anos Iniciais de escolarização / Diogo Almeida e Silva. -- Maringá, PR, 2022.</p> <p>121 f.: il. color., figs.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Teoria e Prática da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2022.</p> <p>1. Álgebra - Ensino. 2. Orientadora de ensino - Atividades. 3. Ensino fundamental - Matemática. 4. Matcraft (Jogo). 5. Nexos conceituais. I. Arrais, Luciana Figueiredo Lacanallo, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Teoria e Prática da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 372.72</p>
-------	---

DIOGO ALMEIDA E SILVA

**OS NEXOS CONCEITUAIS ALGÉBRICOS E O JOGO MATCRAFT: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
NOS ANOS INICIAIS DE ESCOLARIZAÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais
(Orientadora) – UEM – Maringá – PR

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo de Sousa – UFSCAR – São
Carlos – SP

Prof.^a Dr.^a Silvia Pereira Gonzaga de Moraes – UEM –
Maringá – PR

Prof.^a Dr.^a Maria Lucia Panossian – UTFPR – Curitiba –
PR

Prof.^a Dr.^a Paula Tamyris Moya – FAP – Apucarana – PR

Maringá, 27 de maio de 2022.

*Dedico este trabalho a: **Léslie, Ravi e Thor**,
família amada, meu porto seguro e inspiração
para ser a minha melhor versão de homem,
esposo, pai, profissional e pesquisador todos
os dias de minha vida 🧑🏻❤️ ...*

GRATIDÃO

Estou diante de uma página em branco, a qual pretendo conseguir demonstrar em palavras o sentimento de Gratidão! Mas, afinal, o que é a Gratidão? Segundo o Dicionário Aurélio, é oriunda do latim *gratitudine*, que quer dizer qualidade de quem é grato; reconhecimento por um benefício recebido; **agradecimento**.

Parto desse último significado para dar continuidade nessa escrita.

Agradecimento!

Agradeço à **Deus** pela misticidade apresentada em cada percurso da minha trajetória enquanto constituição humana.

Agradeço a **Léslie**, minha vida, esposa, parceira, cúmplice e meu refúgio. A pessoa que mais acredita em mim e me motiva nos desafios da vida. Nos momentos mais difíceis dessa trajetória, com muito amor e paciência, me acolheu, me fortaleceu e foi meu porto seguro, me trouxe a calma e a certeza que "no final, ia dar tudo certo"!

Agradeço ao meu filho **Ravi**, trouxe luz para nossas vidas. O brilho de seu sorriso e de seu olhar me dá inspiração para viver e ser uma pessoa melhor. Você ilumina meus pensamentos, transforma minhas ideias e me fortalece na luta por uma educação e uma sociedade melhor.

Agradeço ao meu filho Pet **Thor**, por seu amor e companheirismo. Por me alegrar e distrair com suas brincadeiras em momentos de estresse.

Agradeço aos meus pais, **Maria do Socorro e Seu Manoel** pelo esforço, dedicação e a bravura em superar todas as necessidades oriundas do sistema capitalista e me possibilitar a melhor educação!

Agradeço individualmente a essa mulher de fé, **minha mãe**, que em meio aos caos, se manteve de joelhos dobrados e me fez acreditar que eu poderia mudar o destino.

Agradeço ao meu irmão, minha dupla, **Diego** pelas conversas e risos que trouxeram leveza durante os dias cansativos.

Agradeço a família da minha esposa, em especial minha sogra **Alessandra** e meu sogro **Edivaldo** que, quando os dias pareciam impossíveis, bastava 2h30 de viagem para chegar ao abrigo, refúgio, aconchego e descanso.

Agradeço a todos os nossos alunos e alunas, pais que fazem parte da Família **LD Profs**, pois vocês fizeram parte dessa trajetória e me permitiram ser a cada dia um profissional melhor.

Agradeço a **Equipe LD**, em especial ao Professor **Wellinton** que por muitas vezes assumiu novos atendimentos durante o caos pandêmico, para que eu pudesse realizar os estágios e disciplinas do Mestrado. Obrigado por tanta dedicação e parceria.

Agradeço a todos os amigos e demais familiares que de forma direta e indireta fizeram parte dessa trajetória. Trajetória... 2 anos e meio de um caminhar provindo de outros tantos caminhos.

Obrigado a todos os professores e professoras, mestres e mestras, doutores e doutoras que estiveram comigo durante o caminho até aqui.

Quero agradecer em especial, o Professor **Fernando Wolff Mendonça** que me abriu as portas para a pesquisa durante a Graduação. Que acreditou e confiou em mim enquanto ser humano, aluno, profissional e pesquisador. Você é um companheiro de jornada!

Agradeço à minha orientadora, **Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais**, amiga e parceira que se aventurou comigo diante de tantas indagações e desafios que superamos durante o tempo de pesquisa. Obrigado por me aceitar e acolher, por amparar e possibilitar a chance de conhecer novas leituras e proporcionar novas indagações. Seguimos!

Agradeço ao grupo de estudos "**Oficina Pedagógica de Matemática OPM/UEM**" pelo acolhimento e pelas ricas trocas em prol do desenvolvimento do Jogo Matcraft. Em especial, as crianças e professores/as que trouxeram suas inquietações e nos fizeram pensar em uma Matemática que supere o modelo tradicional posto na educação básica brasileira.

Agradeço a um amigo de grupo e de escrita, **Edilson**. Obrigado pelas trocas, pelo acolhimento e pela compreensão.

Agradeço a banca de qualificação e defesa, às professoras **Silvia, Maria do Carmo, Maria Lúcia e Paula** pelas excelentes contribuições em relação ao desenvolvimento dessa pesquisa.

No mais, antecipo meu agradecimento a você **leitor/a** e desejo que esse estudo te possibilite um novo caminhar.

Gratidão!

"Nem sempre sou capaz de escolher minhas batalhas... Mas, com efeito imediato, vou fazer um esforço para escolher as batalhas que importam".

Steve Rogers - Capitão América.

SILVA, Diogo Almeida e. **Os nexos conceituais algébricos e o jogo matcraft: uma proposta para o ensino de matemática nos anos iniciais de escolarização**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais. Maringá, 2022.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos, para uma organização do ensino que contribua para o desenvolvimento psíquico da criança. Organizamos nossa investigação voltada aos anos iniciais de escolarização (Ensino Fundamental I), vinculados aos princípios dos Nexos Conceituais Algébricos, proposta por Sousa (2004) e às proposições de Davidov (1988) sobre a organização do ensino de matemática e a Atividade Orientadora de Ensino (MOURA, 2010). Na revisão de literatura, a qual indicou um número reduzido de investigações sobre essa temática, o que evidencia a necessidade de mais trabalhos sobre o assunto. Os estudos e discussões são decorrentes dos trabalhos desenvolvidos na Oficina Pedagógica de Matemática (OPM/UEM), que é uma ação do Grupo de Pesquisa e Ensino “Trabalho Educativo e Escolarização”, vinculado ao CNPq e a Universidade Estadual de Maringá (GENTEE/CNPq/UEM). O Jogo Matcraft foi elaborado coletivamente por um grupo de participantes da OPM/UEM, como materialização dos estudos sobre a Atividade Orientadora de Ensino, em meados de 2020, época em que a pandemia do Covid-19 atingiu a sociedade. Nessa direção, por meio de uma pesquisa bibliográfica documental e descritiva, procuramos ressignificar a concepção de matemática embasada na Teoria Histórico-Cultural, a qual a concebe como produto da ação do ser humano e que está em constante transformação de acordo com as necessidades da sociedade. Na sequência, apresentamos um relato descritivo e analítico do processo de elaboração do jogo Matcraft para demonstrar o movimento formativo feito pelo grupo de participantes da OPM/UEM, a fim de pensar o jogo no ensino de matemática. Identificamos no jogo elaborado denominado de Matcraft a presença dos nexos conceituais algébricos e possíveis articulações entre as significações do conhecimento matemático. Com as análises, evidenciamos que o Matcraft é uma possibilidade pedagógica para o ensino da álgebra a partir dos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004) e permite também a articulação entre as significações matemáticas (DAVIDOV, 1988). Acreditamos que essa pesquisa pode contribuir com a educação básica, pública brasileira, em relação ao ensino da matemática, pois apresenta princípios teóricos e metodológicos capazes de auxiliar professores/as a organizar o ensino de matemática rompendo a lógica tradicional e buscando a formação do pensamento teórico dos/as alunos/as. Destacamos que, a produção científica envolvendo os nexos conceituais algébricos no ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização é limitada e reduzida, isso demonstra que esse trabalho é um ponto de partida para novos estudos em relação a esse conceito matemático.

Palavras-chave: Atividade Orientadora de Ensino; Ensino da Álgebra; Ensino Fundamental I; Jogo; Nexos Conceituais.

SILVA, Diogo Almeida e. **Algebraic conceptual links and the matcraft game: a proposal for the teaching of mathematics in the early years of schooling**. 122 f. Dissertation (Master in Education) – State University of Maringá. Supervisor: Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais. Maringá, 2022.

ABSTRACT

The objective of this research is to demonstrate how the Matcraft game can mobilize teaching towards the learning of algebra through algebraic conceptual nexuses, for an organization of teaching that contributes to the psychic development of the child. We organize our investigation focused on the initial years of schooling (Elementary School I), linked to the principles of the Algebraic Conceptual Nexos, proposed by Sousa (2004) and to the propositions of Davidov (1988) on the organization of mathematics teaching and the Teaching Guiding Activity (MOURA, 2010). In the literature review, which indicated a reduced number of investigations on this topic, which highlights the need for more work on the subject. The studies and discussions are a result of the work developed at the Pedagogical Mathematics Workshop (OPM/UEM), which is an action of the Research and Teaching Group “Educational Work and Schooling”, linked to CNPq and the State University of Maringá (GENTEE/CNPq /UEM). The Matcraft Game was collectively prepared by a group of OPM / UEM participants, as a materialization of studies on the Teaching Guiding Activity, in mid-2020, a time when the Covid-19 pandemic hit society. In this direction, through documentary and descriptive bibliographic research, we seek to re-signify the conception of mathematics based on the Historical-Cultural Theory, which conceives it as a product of the action of the human being and that is in constant transformation according to the needs of society. Next, we present a descriptive and analytical account of the Matcraft game development process to demonstrate the formative movement made by the OPM/UEM group of participants, in order to think about the game in mathematics teaching. We identified in the elaborate game called Matcraft the presence of algebraic conceptual links and possible articulations between the meanings of mathematical knowledge. With the analyses, we show that Matcraft is a pedagogical possibility for teaching algebra from the algebraic conceptual nexus (SOUSA, 2004) and also allows the articulation between mathematical meanings (DAVIDOV, 1988). We believe that this research can contribute to basic, public Brazilian education in relation to the teaching of mathematics, as it presents theoretical and methodological principles capable of helping teachers to organize the teaching of mathematics, breaking the traditional logic and seeking the formation of theoretical thinking. of the students. We emphasize that the scientific production involving algebraic conceptual nexuses in algebra teaching in the early years of schooling is limited and reduced, which demonstrates that this work is a starting point for further studies in relation to this mathematical concept.

Key words: Teaching Guiding Activity; Teaching Algebra; Elementary School I; Match; Conceptual Nexus.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOE – Atividade Orientadora de Ensino

BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CRC – Campos Regional Cianorte

FEUSP – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

GEPAPe – Grupo de Estudos e Pesquisa sobre a Atividade Pedagógica

GENTEE – Grupo de Pesquisa e Ensino Trabalho Educativo e Escolarização

OPM – Oficina Pedagógica de Matemática

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Alunos

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SDA – Situação Desencadeadora de Aprendizagem

THC – Teoria Histórico Cultural

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UFPR – Universidade Federal do Paraná

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Busca na plataforma BDTD	24
Quadro 2 – Busca no Banco de Dados da CAPES	24
Quadro 3 – Dados das fontes encontradas nas plataformas consultadas	25
Quadro 4 – Critérios para a análise das fontes	26
Figura 1 – Número real e as relações com outros conjuntos numéricos	32
Figura 2 – Exemplo da articulação das significações matemáticas	43
Quadro 5 – Enunciado exemplifica uma tarefa que articula as significações aritméticas, geométricas e algébricas	49
Figura 3 – Tarefa adaptada após explicação do docente	50
Figura 4 – Tabuleiro e Objetos do Matcraft	68
Quadro 6 – Tabela de Acompanhamento de Trocas do Matcraft	70
Figura 5 – Foto de divulgação no Minecraft	77
Quadro 7 – Elementos geométricos no Matcraft	85
Quadro 8 – Primeira jogada do participante A	88
Quadro 9 – Quantidade de elementos após a primeira troca	88
Quadro 10 – Reconhecimento das grandezas fixas e variáveis	89
Quadro 11 – Segunda jogada do participante A	90
Quadro 12 – Terceira e quarta jogadas do participante A	90
Quadro 13 – Trocas representadas pela álgebra geométrica	91
Quadro 14 – Participante A do Grupo Delta.....	92
Quadro 15 – Participante B do Grupo Delta	93
Quadro 16 – Participante C do Grupo Delta	93
Quadro 17 – Participante D do Grupo Delta	93
Quadro 18 – Soma dos elementos do Grupo Delta	94

SUMÁRIO

1. START OF THE GAME!	15
2. O OBJETO DE PESQUISA: O PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO	20
2.1 CAMINHOS JÁ PERCORRIDOS: REVISÃO DE LITERATURA	23
2.2 PRINCÍPIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS E O ENSINO DE ÁLGEBRA ..	28
2.3 ARITMÉTICA, ÁLGEBRA E GEOMETRIA: AS SIGNIFICAÇÕES DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO	37
2.4 O ENSINO DE ÁLGEBRA E OS NEXOS CONCEITUAIS ALGÉBRICOS	46
2.5 A ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO E AS SITUAÇÕES DESENCADEADORAS DE APRENDIZAGEM	58
3. CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	65
3.1 JOGO MATCRAFT	67
3.2 O CONTEXTO DE ELABORAÇÃO	71
3.3 TRAJETÓRIA DE ANÁLISE	74
4. O JOGO MATCRAFT E O ENSINO DA ÁLGEBRA: UMA POSSIBILIDADE	76
4.1 O MOVIMENTO DO JOGO: A ELABORAÇÃO DO MATCRAFT	76
4.2 MATCRAFT: DO JOGO À APRENDIZAGEM	83
Aritmética	84
Geometria	85
Álgebra e os Nexos Conceituais Algébricos	87
5. GAME OVER?! QUE INICIE A PRÓXIMA FASE!	95
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICES	110

MUITO PRAZER!

A materialização dessa dissertação foi mobilizada por motivos pessoais e profissionais, os quais direcionaram e orientaram minha trajetória acadêmica. Após a graduação, a sociedade vivenciou uma situação até então desconhecida por muitos, em virtude da pandemia da Covid-19. Diante disso, se fizeram necessárias orientações sanitárias exigindo, para conter a pandemia, o distanciamento social. Passei pelo mestrado com aulas remotas, orientações e grupos de pesquisa por chamadas de vídeos, eventos online, etc. Todo esse ambiente influenciou na construção desta pesquisa, de modo que essa trajetória foi marcada pelas transformações movidas pelo movimento de nossa vida pessoal e realidade social.

Durante essa caminhada, por volta de dois anos, muitos acontecimentos marcaram minha história pessoal, que com certeza impactaram na elaboração deste estudo. Um desses acontecimentos, o mais significativo, foi o nascimento do Ravi, momento no qual eu e minha esposa Léslie, pudemos experimentar sentimentos inexplicáveis de gerarmos e trazermos ao mundo um filho.

Concordo com Caraça (1951), as coisas do mundo se relacionam e dependem umas das outras, de forma a fluírem e se transformarem de acordo com as nossas necessidades. Nesse sentido, o nascimento de um filho modifica nossos interesses, interfere na visão de mundo e nos faz repensar nas relações presentes na vida cotidiana. Essa dissertação reúne os esforços intelectuais sobre a organização do ensino de matemática, em especial o de álgebra, porém ela está impregnada de sentimentos e emoções que constituíram minha vida nesse período.

Sendo assim, marcado por essas transformações, este que vos escreve é um novo Diogo, esposo da Léslie, pai do Ravi e do Thor, filho de um garçom e de uma costureira, “filho” de escola e de universidade pública. Professor e pesquisador do ensino de matemática, com o desejo de contribuir com o cenário da educação pública, de forma a aperfeiçoar a organização pedagógica e a qualidade do trabalho escolar. Assim, vos apresento esta dissertação.

Esta investigação está organizada em cinco seções: 1) introdução; 2) seção teórica; 3) metodologia; 4) apresentação das análises e 5) considerações finais. Na

seção chamada **“Start Of The Game!”**¹, trazemos a introdução desta pesquisa. Apresentamos a justificativa, a problemática e o objetivo da dissertação, a partir do memorial de nosso percurso profissional e acadêmico. Narramos os fatos que nos instigaram e despertaram o interesse na vida acadêmica, nos direcionando para o estudo da organização do ensino de matemática com foco na álgebra.

A segunda seção, intitulada **“O Objeto de Pesquisa: O Processo de Investigação”**, apresentamos uma revisão de literatura sobre o objeto de estudo da pesquisa, evidenciando a justificativa, a necessidade e a importância desta investigação. Nesta seção abordamos, nos subtópicos, conceitos e pressupostos teóricos e metodológicos, que ancorados na Teoria Histórico-Cultural, fundamentam nossa discussão e análises sobre o ensino de álgebra.

Na seção seguinte, chamada de **“Caminhos Metodológicos da Pesquisa”**, abordamos as características desta pesquisa, conceituando sua estrutura metodológica. Apresentamos o jogo Matcraft, nosso objeto de análise, bem como, o processo de elaboração coletiva do jogo, durante os grupos de estudos da Oficina Pedagógica de Matemática - OPM/UEM. Explicamos, também, como procedemos à investigação analítica do processo de elaboração e do desenvolvimento do Matcraft.

Na quarta seção, denominada de **“O Jogo Matcraft e o Ensino da Álgebra: Uma Possibilidade”**, apresentamos nossa análise do processo de elaboração e desenvolvimento deste jogo, fundamentada no referencial teórico adotado, apontando possibilidades de organização de atividades pedagógicas com os nexos conceituais algébricos e a possível articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas.

Por fim, na seção **“Game Over”? Que Inicie a Próxima Fase!”**, trazemos nossas considerações finais, abordamos as sínteses de nossos estudos investigativos trilhados nessa dissertação. Apontamos formas de superação das críticas e das problemáticas que anunciamos no decorrer da pesquisa, bem como as possibilidades de estudos futuros desencadeados pelo presente trabalho.

¹ Escolhemos esse título para fazermos uma referência aos jogos eletrônicos, entre eles o Minecraft, já que essa frase é dita ou escrita quando um jogo se inicia.

1. START OF THE GAME!

O ingresso no mestrado foi uma novidade e um desafio movido pelas necessidades e desejo de realizar uma pesquisa científica. Mas, por que realizar uma pesquisa científica? Por tantos fatores e inquietações relacionadas à minha experiência profissional; às mudanças no currículo escolar; a constatação de que algumas ações de ensino vêm se mostrando ineficazes; a pouca aprendizagem dos/as alunos/as², dentre outras.

A minha experiência como professor de matemática, iniciou-se em 2012 em uma instituição escolar, de curso livre, pautada em um método japonês de ensino. Durante sete anos, trabalhei com essa metodologia tradicional, um ensino que fragmentava os conteúdos matemáticos, sem relação com o contexto social ou educacional do estudante. O material didático utilizado não dava a possibilidade de adaptações, já que o objetivo do método era estimular o autodidatismo e a memorização.

Essa experiência profissional e a conclusão do curso técnico Formação de Docentes, me mobilizaram a aprender mais sobre ações, teorias e métodos pedagógicos, o que me incentivou a ingressar no curso de Pedagogia, na Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Campus Regional de Cianorte (CRC) – em 2016.

Durante a graduação tive contato, conheci e aprofundei meus conhecimentos na Teoria Histórico-Cultural (THC) e me identifiquei com esse aporte teórico, por defender que o processo de ensino e aprendizagem considera a relação do sujeito com objetos e com o meio, mediado pelos instrumentos (físicos e materiais) produzidos historicamente. A THC assegura que a educação escolar é condição social para o desenvolvimento intelectual dos sujeitos, porque busca assegurar a apropriação dos conhecimentos científicos, por meio de um ensino adequadamente organizado.

Nesse momento, o trabalho com a metodologia tradicional, pautada no ensino direto e na memorização mecânica, não correspondia às minhas aspirações

² Optamos em evidenciar os substantivos femininos quando relacionados às pessoas. Em respeito à diversidade, vamos utilizar as grafias o/a e os/as em artigos e nos finais de palavras/substantivos que possam se referir a quaisquer que sejam os gêneros. Entretanto, manteremos a grafia original nas citações diretas.

profissionais, nem às necessidades educacionais de muitos/as alunos/as com quem eu trabalhava.

Assim, a partir de 2019, iniciei uma nova jornada profissional, o trabalho com aulas particulares e acompanhamento escolar, trabalho que mantenho até os dias atuais. Essa experiência tem me revelado, a dificuldade de muitos/as discentes em especial na disciplina de matemática. Percebo que eles/as não têm a compreensão de conceitos matemáticos básicos, já que, por exemplo: alguns/as não conseguem resolver uma situação problema simples com pergunta direta; outro/as apresentam dúvidas na resolução de operações aritméticas; vários/as têm uma certa aversão aos números fracionários, negativos e decimais. Em relação a álgebra, observei que ela é algo quase incompreensível, dentre outras dificuldades percebidas.

Constatai que a relação dos/as discentes com os conteúdos algébricos, acontece, formalmente, a partir do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental. Os estudantes chegam com discursos de *“não sei nada”*; *“não sei para quê colocar letras na matemática”*; *“nunca vou aprender isso”*; *“isso é de outro mundo”*, *“onde vou usar isso na minha vida?”*, etc. Há questionamentos sobre o porquê aprender tais conteúdos e isso gera certa resistência ao processo de ensino e aprendizagem da álgebra. Infelizmente, discursos como esses, conseqüentemente, revelam como o ensino está organizado e geram resultados negativos na vida escolar e social e impossibilitam o desenvolvimento psíquico dos/as estudantes.

Estas situações, me proporcionaram reflexões sobre como essas percepções negativas sobre o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos algébricos são construídas. Isso nos leva a pensar na organização didática do ensino de matemática, presente na maioria das escolas. Fiorentini, Miorim e Miguel (1993), D’Ambrósio (1996), Lins e Gimenez (1997), Moura (2006), Sousa, Panossian e Cedro (2014), Araújo (2015), entre outros autores e autoras, concordam que o ensino do conhecimento matemático na escola está pautado em metodologias que priorizam o lógica formal. Estas se demonstraram ineficazes, de acordo com os resultados do PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos - de 2018 (BRASIL, 2020) e do SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica - de 2017 (BRASIL, 2019). Quando analisamos as avaliações externas, constatamos que,

O ensino da matemática vem encontrando inúmeras dificuldades no contexto escolar, revelando que a situação do ensino se encontra

fragilizado. Esta situação também se comprova nos resultados das avaliações nacionais e internacionais como o SAEB e o PISA, que indicam um desempenho abaixo do esperado dos alunos tanto em relação aos anos escolares como à idade cronológica. Os dados dessas avaliações demonstram que a matemática é uma disciplina com os menores índices de proficiência dentre as áreas investigadas (SILVA; ARRAIS, 2021, p. 10).

Frente a essas constatações, os autores e as autoras mencionados/as anteriormente criticam o fato da matemática ser ensinada sempre da mesma forma, com ênfase, na aritmética, na precisão, na exatidão, de forma deslocada e descontextualizada de outras áreas do conhecimento e dos seus próprios eixos e formas de significação. Silva e Arrais (2021) acreditam que esse isolamento no ensino da matemática impede os estudantes de construir hipóteses e, conseqüentemente, apropriarem-se dos conhecimentos matemáticos em direção ao desenvolvimento do pensamento teórico.

Considerando que esta pesquisa tem como foco de investigação o ensino de álgebra, o cenário descrito anteriormente se agrava com a falta de continuidade na organização dos conteúdos e currículo escolar brasileiro. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, já é possível iniciar o trabalho com a álgebra, mesmo que o foco do ensino dessa significação matemática seja nos anos finais dessa etapa da educação básica.

Recentemente, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), aprovada em 2017, propõe alterações nos conteúdos da disciplina de matemática, sendo uma delas relacionada à inserção da álgebra para os anos iniciais de escolarização (BRASIL, 2017). Essa mudança impõe o desafio para as escolas na reorganização do currículo e para os/as professores/as no trabalho com os conceitos algébricos em sala de aula, visto que esses conceitos, muitas vezes, não foram contemplados em sua formação.

Fiorentini, Miorim e Miguel (1993, p. 88-89), asseguram que não há motivos para a inicialização tardia da álgebra no ensino, pois “desde as séries iniciais, o trabalho com esse tipo de pensamento deve se fazer presente na formação do estudante”. Com base no psicólogo russo Vasily Davidov (1982; 1988), defendemos a unidade no ensino matemático, **a importância de se promover a articulação**

entre três significações dessa ciência: aritmético, algébrico e geométrico, desde os anos iniciais de escolarização.

Davidov³ (1988) traz uma proposição didática para o trabalho com a álgebra, que busca romper com o modelo de manipulação simbólica tradicional, em que estudantes do 4º ano resolvem equações simples (PANOSSIAN, 2014). Para o autor, a partir das relações entre as grandezas, os números configuram-se como uma aplicação concreta das generalizações algébricas. Rosa (2012, p. 228) afirma que “a proposta de Davydov, em vez de minimizar o divórcio entre as significações aritméticas e algébricas, como o próprio autor anuncia em seus escritos, não permite tal distanciamento, além de incluir a geometria”.

Associado às proposições de Davidov (1988), acreditamos que **os nexos conceituais algébricos** propostos por Sousa (2004), são instrumentos que auxiliam na materialização de uma organização do ensino que supere as metodologias tradicionais. Com base nos estudos da THC sobre os nexos internos dos conceitos, Sousa (2004) institui os nexos conceituais algébricos, que são um elo de conexão entre as formas de pensar e o conceito. Nesta perspectiva,

Entendemos que a conexão entre os nexos conceituais da álgebra, por exemplo: fluência, campo de variação e variável forma o conceito de álgebra promove o pensamento teórico dialético da álgebra que deveria ser ensinada na Educação Básica (SOUSA, 2018, p. 51).

Isto quer dizer, que o ensino de álgebra a partir dos nexos conceituais, pode mobilizar uma aprendizagem mais efetiva e promover o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, entre elas o pensamento teórico. Ao relacionarmos esses pressupostos teóricos, as proposições davidovianas e os princípios defendidos pela THC com as orientações dos documentos oficiais – PCN e BNCC, percebemos que há diferenças entre as concepções de álgebra e do modo de seu ensino. Uma questão basilar que permeia os documentos oficiais citados, em especial, a BNCC, refere-se ao tipo de formação adotada, a qual está voltada à preparação para o mundo do trabalho e desconsideram a importância efetiva do desenvolvimento pleno dos seres humanos, que é defendida pela teoria que embasa nossa pesquisa.

³ Padronizamos a grafia Davidov por predominar essa forma de escrita na maioria dos textos utilizados nesta pesquisa. Todavia, quando a escrita do nome diferir em citações de outros autores ou textos originais, manteremos a grafia presente.

Acreditamos que o processo de ensino e aprendizagem é fundamental para que o indivíduo possa se apropriar das capacidades humanas. Neste sentido, é necessário que tal processo seja bem organizado, visto que, o ensino bem estruturado promove desenvolvimento mental (VIGOTSKI, 2001).

A nossa participação na Oficina Pedagógica de Matemática⁴ (OPM/UEM), após o ingresso no mestrado, contribuiu para conhecermos e aprofundarmos nossos conhecimentos na Atividade Orientadora de Ensino (AOE), como base teórico-metodológica para a organização do ensino de matemática (MOURA et al. 2010).

Durante o ano de 2020, por meio do trabalho coletivo nos grupos de estudos da OPM/UEM, materializamos uma Situação Desencadeadora de Aprendizagem (SDA), com o objetivo de mobilizar o trabalho com o conceito de agrupamento. Para isso, elaboramos o jogo Matcraft.

Com essa SDA, direcionamos o foco dessa pesquisa para o ensino de álgebra para anos iniciais de escolarização, considerando as proposições de Davidov (1988) sobre a articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas e os nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004) na organização do ensino de matemática. Frente a isso, questionamos: como o jogo Matcraft pode promover a aprendizagem da álgebra considerando os princípios dos nexos conceituais algébricos?

Para responder ao questionamento, apresentamos o processo de elaboração do Matcraft e o próprio jogo com o objetivo de demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos, além de considerar a articulação entre as significações aritmética, a álgebra e a geometria, para uma organização do ensino de matemática que contribua para o desenvolvimento mental da criança.

Com a finalidade de alcançar o objetivo proposto, realizamos essa pesquisa de caráter bibliográfico documental e descritiva, embasada nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, pautados nos trabalhos de autores e autoras como Vigotski⁵ (1996; 2001), Davidov (1982; 1988), Caraça (1951), Ifrah (1981), Rosa

⁴ A OPM/UEM constitui-se uma ação do Grupo de Pesquisa e Ensino “Trabalho Educativo e Escolarização” (GENTEE), vinculado ao CNPq e a Universidade Estadual de Maringá.

⁵ A grafia Vigostki é padronizada por predominar essa forma de escrita na maioria dos textos utilizados nesta pesquisa. Todavia, quando a escrita do nome diferir em citações de outros autores ou textos originais do autor, manteremos a grafia original.

(2012), Sousa (2004), Moura (2002; 2007; 2010), Sousa, Panossian e Cedro (2014), entre outros/as pesquisadores/as, com o intuito de contribuir para a produção acadêmica da educação matemática, acerca dos nexos conceituais algébricos e o ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização.

Destacamos que, ainda, é um tanto limitada e reduzida a produção envolvendo os nexos conceituais algébricos no ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização (Ensino Fundamental I), sobretudo a organização do ensino por meio dos pressupostos da THC e da AOE, assumindo o jogo Matcraft como recurso. Isso, justifica a necessidade de que, enquanto pedagogos, realizar investigações que tenham como foco a organização do ensino, em especial, nessa pesquisa o conhecimento algébrico, de forma que este movimento resulte em encaminhamentos teórico-metodológicos que mobilizem o/a estudante à formação do pensamento teórico.

2. O OBJETO DE PESQUISA: O PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

Ainda que os documentos oficiais como os PCN's (BRASIL, 1997) e BNCC (BRASIL, 2017) orientem que o início do trabalho com a álgebra aconteça desde os primeiros anos de escolarização, normalmente esse trabalho acontece de fato na educação escolar a partir do 6º e 7º ano do ensino fundamental.

Entretanto, é importante ressaltarmos que, entre os dois documentos, há uma diferença considerável na forma que o ensino de álgebra nos anos iniciais é inserido. O PCN diz que: “embora nas séries iniciais já se possa desenvolver uma pré-álgebra, é especialmente nas séries finais do ensino fundamental que os trabalhos algébricos serão ampliados” (BRASIL, 1997, p. 39), ou seja, nos Parâmetros Curriculares Nacionais a álgebra no ensino fundamental I é abordada como uma possibilidade, mas os conteúdos da álgebra não são indicados pelo mesmo.

Já na Base Nacional Comum Curricular a álgebra é abordada como unidade temática e colocada como objeto de conhecimento dos anos iniciais e há habilidades específicas voltadas para isso. O documento diz que:

A unidade temática Álgebra, por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas [...] (BRASIL, 2017, p. 270).

Isto quer dizer que, enquanto o PCN possibilita o desenvolvimento de uma pré-álgebra, a BNCC assume como objeto de ensino o pensamento algébrico que é articulado com o desenvolvimento de competências e habilidades para os/as estudantes. Fica evidente que, entre um documento e outro, houve um movimento de pesquisa sobre o ensino de álgebra nos anos iniciais, pois fica explícito um salto qualitativo em relação ao conteúdo da álgebra em tal faixa etária.

É importante salientarmos que não é o foco deste trabalho uma análise mais detalhada de cada um dos documentos, o fato importante é a regulamentação do ensino de álgebra nos anos iniciais promovida por eles.

Diante disso, pesquisas como a de Fiorentini, Miorim e Miguel (1993), asseguram que não há motivos para uma inicialização tardia do processo de ensino e aprendizagem da álgebra. Os autores acreditam que “desde as séries⁶ iniciais, o trabalho com esse tipo de pensamento deve se fazer presente na formação do estudante” (FIORENTINI; MIORIM; MIGUEL, 1993, p. 88-89).

Quando recorremos a autores da Teoria Histórico-Cultural, já no século passado, o psicólogo russo Vasily Davidov (1930-1998), defendia que os conceitos matemáticos deveriam ser trabalhados de forma articulada, explorando a inter-relação que há entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas, desde os anos iniciais de escolarização.

Em relação ao ensino de matemática, Lins e Gimenez (1997), concordam com a necessidade da articulação dessas significações do conhecimento matemático. Nesse sentido, a

Aritmética e álgebra constituem, junto com a geometria, a base da matemática escolar. Não apenas é essa percepção da maioria dos educadores matemáticos, mas é de fato a realidade cristalizada nos livros didáticos nas propostas curriculares. [...] é preciso começar mais cedo o trabalho com a álgebra, e de modo que, esta e a aritmética, desenvolvam-se juntas, uma implicada no desenvolvimento da outra (LINS; GIMENEZ, 1997, p. 10).

Isto é, a organização do ensino de matemática precisa considerar as inter-relações entre as significações aritméticas, geométricas e algébricas, já que além de serem possíveis, são necessárias.

A partir dessa discussão, iniciamos nossas investigações sobre a organização do ensino de matemática por meio das inter-relações aritméticas, algébricas e geométricas do conhecimento matemático com foco nos nexos conceituais algébricos.

Para tanto, realizamos uma revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar as pesquisas que contemplam a temática e as investigações que já foram feitas acerca desse assunto, a fim de delimitar melhor o objeto de estudo. Acreditamos que a revisão de literatura é “[...] peça importante no trabalho científico e pode, por ela mesma, construir o trabalho de pesquisa (basta rever os critérios apontados para

⁶ O termo “séries” foi empregado, pois no ano da obra de Fiorentini, Miorim e Miguel (1993) era a expressão adotada. A partir da Lei nº 11.114/2005 que mudou o ensino fundamental para nove anos, o termo adotado passou a ser “anos” para se referir às modalidades da Educação Básica.

caracterizar uma pesquisa e garantir que eles sejam atingidos)” (LUNA, 2000, p. 80). Em outros termos, é importante conhecer as produções que antecedem o objeto que procuramos investigar, para identificar o contexto atual de estudos sobre o tema, evidenciando as contribuições necessárias e a originalidade do problema de pesquisa.

Com isso, nossa revisão buscou identificar pesquisas relacionadas ao ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização e a relação com os nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004) e com os princípios de Davidov (1982). Buscamos, ainda, identificar se as investigações fortalecem a necessidade da articulação entre as significações aritméticas, geométricas e algébricas na organização do ensino de matemática e se os jogos são apontados como ferramentas didáticas nessa organização.

Após esse estudo, na sequência, analisamos os resultados desta busca e sua relação com o objeto de estudo deste trabalho (organização do ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização) e sintetizamos os pressupostos teórico-metodológicos para a organização do ensino de álgebra que já se tem produzidos e, por fim a proposta de trabalho abordamos os nexos conceituais algébricos como fundamento para o ensino de álgebra.

2.1 CAMINHOS JÁ PERCORRIDOS: REVISÃO DE LITERATURA

Optamos por desenvolver uma revisão de literatura do tipo estado do conhecimento, por ser um “[...] estudo descritivo da trajetória e distribuição da produção científica sobre um determinado objeto, estabelecendo relações contextuais com um conjunto de outras variáveis, como por exemplo, data de publicação, temas e periódicos, etc” (UNIVERSITAS, 2000). Assim, usamos pesquisas *stricto sensu*, ou seja, teses e dissertações. A busca pelas fontes foi feita em duas bases de dados reconhecidas nacionalmente: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. As buscas por fontes sobre o objeto de estudo desta pesquisa foram realizadas considerando dissertações e teses depositadas nas plataformas até março de 2022.

Na pesquisa realizada na BDTD, aplicamos o descritor “*ensino de álgebra*”⁷ e obtivemos 1103 trabalhos. Em seguida, ampliamos o descritor para “*ensino de álgebra AND*⁸ *anos iniciais*” e foram encontradas 35 pesquisas, o que indica que a maioria das investigações sobre álgebra não está direcionada a esse período escolar.

A fim de delimitar ainda mais a busca, acrescentamos como descritor a palavra-chave “*nexos conceituais*”: “*ensino de álgebra AND anos iniciais AND nexos conceituais*”. Com essa especificação na delimitação da busca, localizamos apenas 2 fontes. O Quadro 1, a seguir, sintetiza o movimento de buscas pelas fontes feito na plataforma BDTD.

Quadro 1 – Busca na plataforma BDTD.

Descritor	Total de Fontes
Ensino de álgebra	1103
Ensino de álgebra AND anos iniciais	35
Ensino de álgebra AND anos iniciais AND nexos conceituais	2

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Após as buscas na base de dados da BDTD, fizemos uma busca no Banco de Teses e Dissertações da CAPES. O caminho percorrido foi o mesmo utilizado na plataforma anterior, o Quadro 2 resume a trajetória da pesquisa ao mostrar os descritores e os resultados encontrados.

Quadro 2 – Busca no Banco de Dados da CAPES.

Descritor	Total de Fontes
Ensino de álgebra	1370853
Ensino de álgebra AND anos iniciais	106
Ensino de álgebra AND anos iniciais AND nexos conceituais	1

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Após a inserção do descritor “*ensino de álgebra AND anos iniciais AND nexos conceituais*”, nas duas plataformas consultadas o número de fontes localizadas foi mínimo. Entretanto, uma das fontes se repetiu em ambas as plataformas, ou seja,

⁷ Utilizamos a grafia em itálico apenas para dar destaque aos descritores que usamos para as buscas das fontes.

⁸ A palavra AND, nesse contexto é um dos Operadores Booleanos, esses “[...] atuam como palavras que informam ao sistema de busca como combinar os termos de sua pesquisa [...] O operador booleano AND funciona como a palavra “E”, fornecendo a intercessão, ou seja, mostra apenas artigos que contenham todas as palavras-chave digitadas, restringindo a amplitude da pesquisa” (CAPCS, 2020, online).

após as buscas, encontramos apenas duas relacionadas às palavras-chaves do objeto de nossa pesquisa, sintetizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Dados das fontes encontradas nas plataformas consultadas.

Plataforma BDTD		
Natureza: Dissertação	Autor	Ano
Do aprender ao ensinar álgebra: formação de futuros professores que ensinam matemática	NORO, I. M.	2020
NORO, Iasmim Martins. Do aprender ao ensinar álgebra: formação de futuros professores que ensinam matemática . 243 f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física. Orientadora: Anemari Roesler Luersen Vieira Lopes; Coorientadora: Regina Ehlers Bathelt. Santa Maria - RS, 2020.		
Natureza: Dissertação	Autor	Ano
Indícios de apropriação dos nexos conceituais da álgebra simbólica por estudantes do Clube de Matemática	OLIVEIRA, D. C. de	2014
OLIVEIRA, D. C. Indícios de apropriação dos nexos conceituais da álgebra simbólica por estudantes do Clube de Matemática . 2014. 255 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Orientador: Wellington Lima Cedro – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: < https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_888710cfd0ae9562c9d488cbea441b9a >. Acesso em 05 de mar. 2022.		
Banco de dados da CAPES		
Natureza: Dissertação	Autor	Ano
Do aprender ao ensinar álgebra: formação de futuros professores que ensinam matemática	NORO, I. M.	2020
NORO, Iasmim Martins. Do aprender ao ensinar álgebra: formação de futuros professores que ensinam matemática . 243 f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física. Orientadora: Anemari Roesler Luersen Vieira Lopes; Coorientadora: Regina Ehlers Bathelt. Santa Maria - RS, 2020. Disponível em: < https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/22471/DIS_PPGEMEF_2020_NORO_IASMI.M.pdf?sequence=1 >. Acesso em 05 de mar. 2022.		

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Pela leitura das dissertações percebemos que o objeto de estudo de Noro (2020) e Oliveira (2014) se relacionam com o objeto de estudo que definimos neste trabalho. Desse modo, elaboramos quatro critérios para conhecer o foco de cada uma das fontes, e assim, analisar em que ponto o objetivo delas se aproxima e se distingue do objetivo que traçamos. O Quadro 4 apresenta os critérios para verificar a relação com nosso objeto de pesquisa.

Quadro 4 – Critérios para a análise das fontes.

CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DAS FONTES
1. Está relacionada ao ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização;
2. Tem relação com os princípios dos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004);
3. Está fundamentada na THC e nos princípios de Davidov (1982);
4. Está relatando alguma experiência com jogos na matemática.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A partir desses critérios a investigação iniciou-se a análise pela dissertação de Noro (2020), que tem a mesma fundamentação teórica adotada neste trabalho, ou seja, a autora fundamenta seu trabalho na THC, na Teoria de Atividade de Leontiev (2004) e na Atividade Orientadora de Ensino - AOE - de Moura (2002). A pesquisa, é resultado de um experimento formativo, relacionado aos nexos conceituais algébricos, com acadêmicos da disciplina Educação Matemática B do curso de Pedagogia Diurno da Universidade Federal de Santa Maria, contexto de formação do futuro professor que ensina matemática nos anos iniciais.

O estudo está direcionado a alguns de nossos critérios, porém a diferença está no foco da pesquisa, já que a autora tem o objetivo de “[...] *investigar possibilidades formativas para futuros professores que ensinam matemática no que se refere ao ensino e à aprendizagem de álgebra nos anos iniciais do Ensino Fundamental*” (NORO, 2020, p. 27, grifos da autora), voltando-se a formação de professores.

Já, a pesquisa de Oliveira (2014), se fundamenta na THC e na Teoria da Atividade (LEONTIEV, 2004), está voltada para o 5º ano do ensino fundamental e aborda os nexos conceituais algébricos proposta por Sousa (2004). A autora desenvolveu um experimento didático no Clube de Matemática, com o intuito de “[...] investigar indícios presentes nas manifestações orais e escritas dos estudantes, participantes do Clube de Matemática, que demonstraram apropriação dos nexos conceituais da álgebra simbólica” (OLIVEIRA, 2014, p. 19). É evidente que abordamos o mesmo objeto que a pesquisadora, porém com outro viés de análise, o que evidencia a diferença dos trabalhos.

O fato de encontrarmos apenas duas fontes no processo de revisão de literatura e terem objetivos distintos daqueles traçados para nosso objeto de estudo, demonstra a escassez de investigações sobre o tema, reforça a importância e a necessidade de mais pesquisas para que possamos ter mais claro como ensinar álgebra nos anos iniciais de escolarização.

Nesse sentido, pela revisão de literatura realizada, evidenciamos muitos estudos científicos sobre o ensino da álgebra, porém esse número se reduz quando procuramos por pesquisas voltadas aos anos iniciais de escolarização. Sabemos que, com a homologação em 14 de dezembro de 2018, da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) esse tema tende a ser mais investigado, já que, de acordo com esse documento de caráter normativo, o início do trabalho pedagógico com a álgebra deve acontecer a partir do primeiro ano do ensino fundamental (BRASIL, 2017).

Todavia, quando adotamos como referencial teórico a THC há muito tempo essa proposta já vem sendo feita. Ensinar álgebra nos anos iniciais de escolarização explorando os nexos conceituais, mesmo que, ainda tenhamos pouca quantidade de pesquisas científicas, é um caminho possível para organização do ensino de matemática em direção ao desenvolvimento psíquico dos alunos.

Isso justifica a necessidade de estudos científicos que possam abordar a relação dos aspectos que tomamos como critérios (ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização; nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004); THC e os princípios de Davidov (1982); relato de experiência com jogo na matemática). Concordamos que,

Apesar do papel importante que a álgebra tem na formação dos estudantes, temos percebido que o seu ensino não tem conseguido torná-la um fator relevante para o desenvolvimento dos sujeitos. Ao invés disso, a álgebra tem se tornado, quase que a fonte principal do processo de alienação dos estudantes em relação à aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Ao ser entendida como somente uma forma de manipulação de símbolos, perde totalmente a sua relevância na vida deles, dissociando-se de suas práticas sociais (SOUSA; PANOSSIAN, CEDRO, 2014, p. 46).

Os autores denunciam o fracasso do ensino de álgebra e apontam a importância de reverter essa situação. Pautados nos princípios de Davidov (1982; 1988), a proposta de articular as significações aritméticas, geométricas e algébricas pode auxiliar nesse campo de conhecimento.

Sousa, Panossian e Cedro (2014), Panossian (2008; 2014), Sousa (2004), entre outros autores, defendem um ensino que compreenda os conceitos a partir do movimento lógico-histórico, dos nexos conceituais algébricos e da articulação aritmética-geometria-álgebra. Embora esses estudos abordam a álgebra para os

anos finais, eles não desconsideram a possibilidade e a necessidade dessas mesmas orientações para se trabalhar nos anos iniciais de escolarização.

Para tanto, é preciso conhecer e discutir esses conceitos que circundam a proposta da organização do ensino de álgebra buscando diferentes estratégias e princípios teórico-metodológicos que subsidiem as ações de ensino e aprendizagem, os quais serão detalhados a seguir.

2.2 PRINCÍPIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS E O ENSINO DE ÁLGEBRA

Compreendemos que os conhecimentos matemáticos estão relacionados com outros fenômenos da natureza social humana e em constante transformação de modo interdependente. Nesse sentido, a educação sistematizada e o ambiente escolar são indispensáveis na apropriação de toda a herança cultural humana, expressada dentre tantas formas, pelo conhecimento matemático. Porém, precisamos evidenciar a necessidade de pensar em caminhos para organizar o processo de ensino e aprendizagem, com o intuito de superar os desafios e problemas percebidos no contexto escolar na direção de uma prática educativa que forme o pensamento teórico dos estudantes.

De acordo com os estudos de Rosa (2012), o ensino de matemática no Brasil segue a lógica de fragmentação. A autora ao pesquisar sobre os livros didáticos de Matemática, as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) e a Proposta Curricular do estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2005) constatou que,

[...] proposições didáticas atuais, adota a sequência fragmentada que parte dos números naturais até os reais (números naturais números racionais números inteiros números irracionais e reais). Geralmente, o ponto de partida no ensino de cada campo numérico são situações do dia a dia dos estudantes, da realidade imediata em que são utilizados tais conceitos (ROSA, 2012, p. 26).

A autora exemplifica essa fragmentação do trabalho citando o conceito de número. Na sala de aula, ao se apresentar aos alunos, um conjunto numérico não se estabelece, em um primeiro momento, relação com os demais conjuntos, parece

existir a linearidade no ensino. Comumente, o início do trabalho com o conceito de número é realizado pelo conjunto dos naturais, ou seja, números inteiros e positivos; após, trabalha-se com os números racionais (fracionários e decimais), sem estabelecer relação entre esses conjuntos numéricos. De acordo com Rosa (2012, p. 26), a proposição didática enunciada se aproxima,

[...] das etapas do desenvolvimento histórico desse objeto matemático: números naturais → números racionais → números irracionais e reais → números relativos (CARAÇA, 1984). [...] Nas duas sequências, o movimento do desenvolvimento do conceito segue do particular para o geral.

Essa forma de desenvolver o ensino é criticada por Rosa (2012), pois tem como base a lógica do particular para o geral, concebendo o ensino de matemática de modo homogêneo. Caraça (1951), Vigotski (2001), Davidov (1982; 1988) e Rosa (2012), apontam que a lógica do pensamento particular ao geral, consiste em trabalhar com o fenômeno estático, isolado, fragmentado, o qual percorre um caminho linear até sua evolução, sem considerar as relações e transformações do fenômeno que o circunda.

Propor um ensino considerando essa lógica do particular ao geral, é incoerente com a concepção de matemática que assumimos nesta pesquisa. Isso porque, não se pode pensar em uma organização do ensino de matemática que não contemple as relações interdependentes entre o conhecimento e os demais fenômenos, priorizando apenas um dos conceitos, uma de suas formas de representação e desconsiderando o movimento entre eles.

Embasados nos estudos de Caraça (1951), consideramos que a matemática está diretamente relacionada com a vida real humana, já que seus conhecimentos estão em uma relação de “*interdependência*” (CARAÇA, 1951, p.109, grifo do autor) com prática social. De acordo com o autor, a interdependência é uma característica essencial para a leitura de mundo, pois “todas as coisas estão relacionadas umas com as outras; o mundo, toda esta *Realidade* em que estamos mergulhados, é um organismo vivo, uno, cujos compartimentos comunicam e participam todos, da vida uns dos outros” (CARAÇA, 1951, p. 109, grifo do autor).

Entender essa relação é confirmar que a matemática está interligada diretamente a outras áreas dos conhecimentos e, ao mesmo tempo, aos seus próprios conceitos, fazendo parte do cotidiano da humanidade. Reconhecer essa

característica, é uma forma de superar a visão da matemática isolada, pronta, acabada, imutável e sem contradições. É enxergar o mundo e seus fenômenos de modo interdependente, impedindo nesse caso a fragmentação do ensino da matemática.

A “*fluência*” (CARAÇA, 1951, p.110, grifo do autor) é outra característica da concepção de matemática que acreditamos. De acordo com o autor,

O Mundo está em permanente evolução; todas as coisas, a todo o momento, se transformam, tudo *flue*; tudo *devém* [...] basta observar com atenção, tomando o recuo conveniente; notar como até as coisas mais estáveis se alteram com o tempo; [...] tudo está numa permanente agitação e, por graus insensíveis, evolucionando de forma que a Terra não é, neste instante, a mesma que era há momentos, e será daqui a uns momentos diferente da que é agora. [...] tudo flue, tudo devém, tudo é, a todo o momento, *uma coisa nova* (CARAÇA, 1951, p.110, grifos do autor).

Assim, a fluência refere-se ao movimento de ação e transformação da própria vida, da natureza e do próprio ser humano, afinal, não há algo que esteja pronto e finalizado, tudo é cabível de transformação, mudança e evolução. Nesse sentido, incorporar os conceitos de interdependência e de fluência na organização do ensino de matemática é o primeiro passo para superar a lógica do ensino do particular para o geral.

Em consonância com essas ideias, Vigotski (2001) e Davidov (1982; 1988) asseguram que o ensino dos conceitos matemáticos, bem como de conceitos de outras áreas do conhecimento, deve partir do geral para o particular. Isto é, o desafio é pensar inversamente a estrutura curricular presente na atualidade. Vigotski (2001), em um de seus estudos experimentais sobre o desenvolvimento dos conceitos, conclui que a formação dos conceitos, sejam eles matemáticos ou de qualquer outra área do conhecimento, não é dada de forma mecânica, por meio de uma passagem gradual do concreto ao abstrato, mas, assegura que,

[...] nesse processo de formação real de conceitos o movimento de cima para baixo, do geral para o particular e do topo da pirâmide para a base é tão característico quanto o processo inverso de ascensão aos apogeuos do pensamento abstrato (VIGOTSKI, 2001, p. 165).

Para o autor, é necessário pensarmos em uma organização do ensino que trabalhe a formação de conceitos mobilizando o indivíduo a pensar do geral para o

particular, pois, dessa forma o conceito não pode ser “[...] tomado em seu sentido estático e isolado” (VIGOTSKI, 2001, p. 165). Nessa perspectiva, se mobilizarmos, nos/as estudantes, um pensamento de cima para baixo, o conceito geral se justapõe e incorpora o conceito particular, de forma a possibilitar a relação de fluência interdependência entre eles.

No entanto, não é isso que observamos no trabalho escolar. Tanto nas orientações de documentos oficiais como na BNCC (BRASIL, 2017), bem como nas práticas educativas, em sua maioria, o trabalho com os conceitos é realizado na particularidade sem chegar, muitas vezes, no aspecto geral, como constatado por Rosa (2012). Para superar essa lógica, Davidov (1988) propõe as relações entre grandezas como fundamento para organização do ensino de matemática, entendendo que o conceito de número real possibilita sua quantificação e representação. Em suas palavras, "o principal objetivo das matemáticas escolares é levar os alunos a compreender o mais claramente possível a concepção de número real" (DAVYDOV, 1988, p. 208).

Mas, por que o autor tem esse entendimento? É importante recorrermos aos fundamentos da matemática para compreendermos o conceito de número e seus conjuntos, generalizando essa discussão como um princípio teórico-metodológico para o ensino de matemática. Conforme Caraça (1951), o número natural resolve o problema de contagem que surge na história coletiva da humanidade. Entendemos como integrantes do conjunto de número natural, os números inteiros e positivos, como por exemplo: 1, 2, 3, 4, [...], 10, 11, [...], 135, 136,...

A ideia de número natural não é um produto puro do pensamento, independentemente da experiência; os homens não adquiriram primeiro os números naturais para depois contarem; pelo contrário, os números naturais foram-se formando lentamente pela prática diária de contagens. A imagem do homem criando uma maneira completa a ideia de número, para depois a aplicar à prática da contagem, é cômoda, mas falsa (CARAÇA, 1951, p. 4).

Entendemos que a criação dos números não ocorre de forma isolada e linear, mas de acordo com as necessidades coletivas dos seres humanos, ou seja, em cada grupo social humano, a ideia, a representação e a quantificação do número variam, a partir de contextos e necessidades diversos. Essa característica,

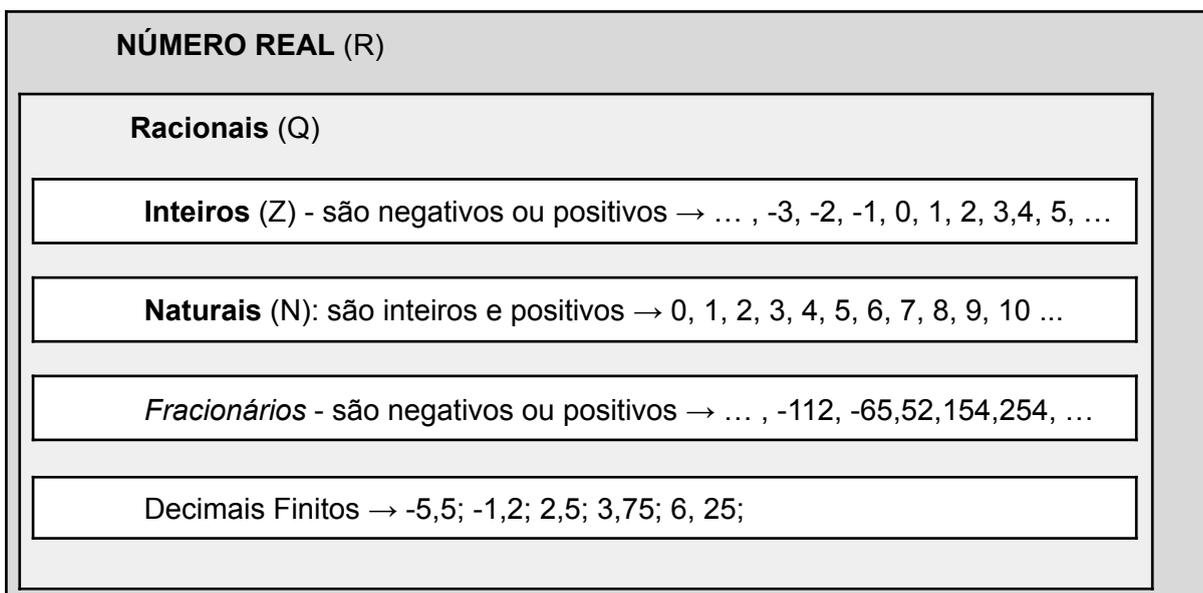
novamente confirma a necessidade da desconstrução da rigidez, da linearidade, do isolamento e da imutabilidade dos conhecimentos matemáticos.

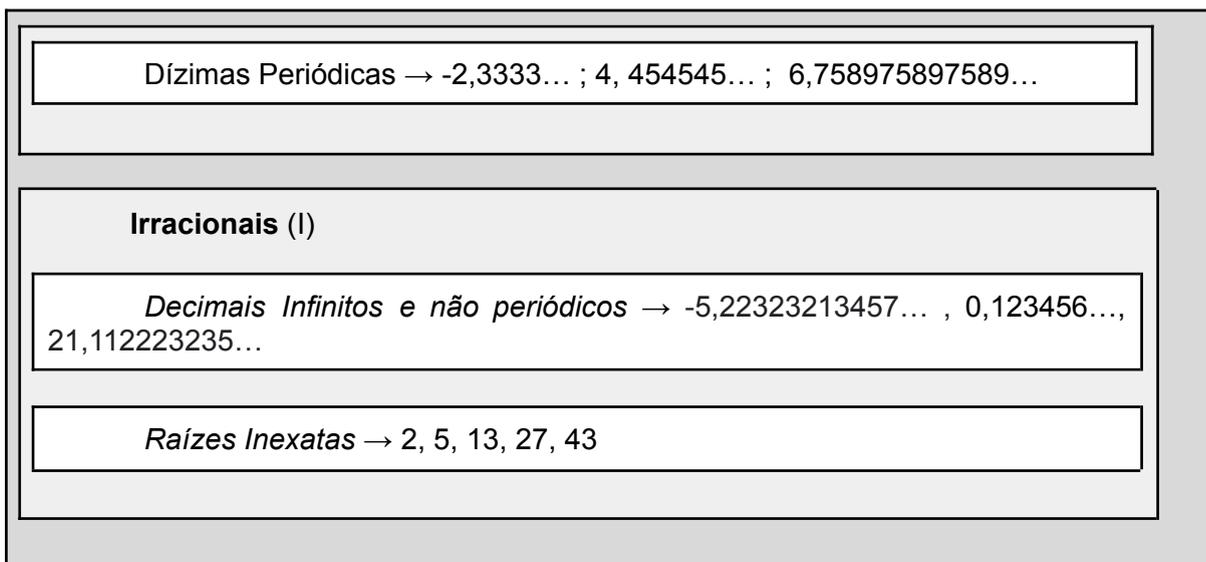
[...] o maior ou menor conhecimento dos números está ligado com as condições da vida econômica [...] quanto mais intensa é a vida de relação, quanto mais frequente e ativas são as trocas comerciais dentro e fora da tribo, maior é o conhecimento dos números (CARAÇA, 1951, p. 5).

Frente a essas constatações, ficam evidentes as relações do número com os fenômenos sociais humanos e seu movimento de transformação de acordo com as necessidades coletivas de cada sociedade. Em um movimento contínuo e dialético, as transformações que surgem diante das necessidades humanas, possibilitam modificações nas criações das pessoas. Nessa relação, muitos instrumentos foram criados e transformados.

O conjunto de número real, de acordo com Caraça (1951), engloba os números racionais (números inteiros e fracionários - podem ser positivos e negativos) e irracionais. Na mesma perspectiva, o número real é constituído também pelos "subconjuntos" de números que estão contidos nos conjuntos racionais como: os inteiros, os naturais, os decimais finitos, as dízimas periódicas; e contidos no conjunto dos irracionais, como os decimais infinitos e as raízes inexatas. A Figura 1, demonstra a relação entre esses conjuntos numéricos exemplificando-os.

Figura 1 – Número real e as relações com outros conjuntos numéricos.





Fonte: Elaborada pelo pesquisador com base em Caraça (1951, p. 83).

Na Figura 1, observamos que o conjunto de número real é amplo e tem relação com os demais conjuntos numéricos. Com isso, compreendemos que o número real permite uma exploração generalizada do próprio conceito de número e suas relações auxiliam o homem a quantificar, qualificar, classificar e representar os diferentes tipos de grandezas.

O número real é, assim, um caminho potencial para trabalharmos a organização do ensino de matemática na lógica do geral para o particular. O conjunto é amplo e por incorporar os demais conjuntos numéricos (naturais, inteiros, fracionários, decimais finitos, dízimas periódicas e os irracionais) revela uma característica de generalização do conceito de número. Relacionar esses aspectos de generalização e incorporação dos demais conjuntos numéricos com a organização do ensino de matemática viabiliza uma relação com a álgebra, explorando as propriedades de generalização e abstração que a envolvem. Nesse caso, podemos afirmar que,

[...] o domínio da álgebra eleva ao nível superior o pensamento matemático, permitindo entender qualquer operação matemática como caso particular de operação de álgebra, facultando uma visão mais livre, mais abstrata e generalizada e, assim, mais profunda e rica das operações com números concretos. [...] a álgebra liberta o pensamento da criança da prisão das dependências numéricas concretas e o eleva a um nível de pensamento mais generalizado [...] (VIGOTSKI, 2001, p. 267).

Dessa maneira, o trabalho educativo com o número real valida o excerto de Vigotski (2001), contribuiu para o ensino de álgebra, já que está intrinsecamente relacionado com aspectos algébricos e pode mobilizar a criança a um pensamento numérico generalizado, não limitando-se apenas de números inteiros e positivos, como é o caso dos naturais. Explorar no ensino o número real é uma possibilidade de potencializar a compreensão da essência do conceito de número, pois, “[...] o número real, por ser uma abstração a partir do número, é o conceito propriamente dito. É no conceito (números reais) que todas as operações fundamentais do cálculo são possíveis de serem realizadas” (ROSA, 2012, p. 28). Essa relação entre número real e pensar algebricamente reforça a necessidade do ensino de matemática organizado de forma a articular a aritmética, a álgebra e a geometria.

Assim, o número real permite um nível de abstração e de generalização que incorporam os outros conjuntos, possibilitando as relações entre eles, superando a imutabilidade, o isolamento e a linearidade que muitas vezes caracteriza o ensino desde os anos iniciais, enfatizando apenas o número natural. Desta forma, o conceito de número real, “[...] segundo a lógica dialética, não inclui unicamente o geral, mas também o singular e o particular” (VYGOTSKI, 1996, p. 78). Essas especificidades tornam o número real uma possibilidade de ponto de partida na organização do ensino de matemática que supere a lógica tradicional e que considere a articulação entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas.

Acreditamos, apoiados em Davidov (1988, p. 208) que, “[...] as crianças devem assimilar as bases desta concepção desde o começo, devem ser expostos perante os alunos fundamentos gerais de todos os tipos de número real”. Desse modo, compreendemos que o número real é a forma mais adequada para se introduzir o conceito de número para as crianças no ensino fundamental, pois generaliza o conceito de número. O trabalho com tal conceito permite que as crianças se apropriem das práticas de contagem, de manipulação de quantidade, de medir objetos e fenômenos, enfim, possibilita que o estudante insira essas relações matemáticas em sua prática social, podendo reconhecê-las em seu cotidiano.

Porém, para que essas apropriações aconteçam é necessário que o ensino da matemática seja adequadamente organizado e que tenha como referência o conceito de grandeza, conforme propõe Davidov (1988). O autor assegura que a “[...] familiarização dos alunos com a diversidade de números, existentes na concepção de número real, é um importante caminho para concretizar o conceito de grandeza”

(DAVYDOV, 1988, p. 208). A proposta para o ensino fundamental, é “[...] criar nos alunos uma concepção circunstanciada e válida de número real a partir do conceito de grandeza” (DAVYDOV, 1982, p. 431). Mas, afinal, o que é grandeza?

Compreendemos que o conceito de grandeza se refere às propriedades dos parâmetros físicos dos objetos, isto é, são as características e as qualidades de um objeto ou de um fenômeno que possam ser quantificadas, ou seja, que possam ser contadas e/ou medidas. De acordo com os estudos de Brolezzi (1997) e Trindade e Silva (2018), há dois tipos de grandezas: as discretas e as contínuas.

[...] os termos discreto e contínuo em referência, respectivamente, a duas das ações básicas da Matemática: contar e medir. Existem, como sabemos, certas grandezas chamadas *contáveis*, que são objetos de contagem, como o número de livros de uma prateleira. Outro tipo de grandeza é formado por aquelas quantidades que são passíveis de *medida*, como a largura desta folha de papel em que escrevo, ou o peso de uma caneta. O primeiro tipo de grandeza chamado *discreto*. Grandezas discretas são as que se prestam à contagem. Já o segundo tipo é chamado *contínuo* e se refere às medidas (BROLEZZI, 1997, p. 1, grifos do autor).

Nessa perspectiva, as grandezas discretas são aquelas em que a medida é obtida exclusivamente por um número natural, ou seja, um número inteiro e positivo, e está associada à contagem. Por exemplo: Na casa há 5 cachorros ou uma caixa que tem 25 bombons. Já, as grandezas contínuas, são aquelas em que a medida pode ser representada por um número real (negativo, fracionário, decimal, racional ou irracional) e requer um instrumento para medir exemplo: Um termômetro mostra a temperatura de um corpo em 37,5° C, a temperatura negativa de - 5° C de uma cidade ou uma balança que registra 3,8 kg de carne.

Dessa forma, o primeiro momento, de acordo com os estudos de Davidov (1982; 1988), para se iniciar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de número é proporcionar, à criança vivências de diferentes situações, para que perceba as propriedades físicas dos objetos, explorando as suas características, ou seja, suas diferentes grandezas com o intuito de comparar e medir.

Na exploração das propriedades do objeto, ou seja, das grandezas do objeto (massa, comprimento, capacidade etc.) e compará-las com as características de outros objetos. A comparação deve estabelecer o critério de mesma espécie (medida de massa com medida de massa, comprimento com comprimento etc.),

abordando as relações “igual a”, “mais que” e “menos que”. Nessa linha de pensamento, Davydov (1988, p. 208-209), assegura que,

O conceito de grandeza está ligado às relações de “igual a”, “mais que” e “menos que”. A multiplicidade de quaisquer objetos se torna grandezas quando são estabelecidos os critérios que permitem determinar se A é igual a B , mais que B ou menor que B . [...] As propriedades das grandezas são reveladas quando o homem opera com comprimentos, volumes, pesos, lapsos de tempo, etc. (antes mesmo de sua expressão por meio de números⁹).

Diante destes estudos, constatamos que é por meio das relações existentes no controle entre as variações das diferentes grandezas, que a criança reconhecerá a necessidade de quantificar, registrar e representar essas quantidades com números e símbolos. Ao manipular e vivenciar as relações das diferentes grandezas de um objetivo a criança trabalhar com medidas, contagens e comparações daquilo que mede e conta, esse movimento pode inserir o/a estudante em uma atividade potencialmente algébrica. Concordamos que,

Mais especificamente, a questão é assim. Operar com objetos reais e destacar neles os parâmetros das grandezas (peso e volume, área e comprimento, etc.), as crianças aprendem a comparar as coisas por uma ou outra grandeza, determinando a igualdade ou desigualdade da mesma (maior-menor). *Essas relações são anotadas com signos. Em seguida, as crianças passam a anotar os resultados da comparação por meio de uma fórmula literal, ou seja, da maneira geral de representar as relações entre quaisquer grandezas.* (DAVYDOV, 1982, p. 431, tradução nossa, grifos nossos)¹⁰.

Davídov enfatiza que o trabalho com as grandezas tem relação com a álgebra, já que, as “[...] relações são anotadas com signos” e as comparações passam a ser anotadas “[...] por meio de uma fórmula literal, ou seja, de maneira

⁹ Na versão original. lê-se: “El concepto de magnitud está vinculado con las relaciones de “igual”, “más”, “menos”. La multiplicidad de cualesquiera objetos se convierte en magnitud cuando se establecen los criterios que permiten determinar si A es igual B , más que B o menos que B . [...] Las propiedades de las magnitudes se pueden descubrir cuando el hombre opera con reales longitudes, volúmenes, pesos, lapsos de tiempo, etc. (aún antes de su expresión por medio de números) (DAVYDOV, 1988, p. 208-209).

¹⁰ Na versão original, lê-se: “Más concretamente, la cuestión es así. Operando con objetos reales y destacando en ellos los parámetros de las magnitudes (peso y volumen, superficie y longitud, etc.), los niños aprenden a comparar las cosas por una u otra magnitud, determinando la igualdad o desigualdad de las mismas (mayor-menor). Estas relaciones se anotan con signos. Luego los niños pasan a anotar los resultados de la comparación mediante fórmula literal, es decir, en la forma general de representación de relaciones entre cualesquiera magnitudes” (DAVYDOV, 1982, p. 431).

geral” (DAVIDOV, 1982, p. 431). O autor se refere às características algébricas que envolvem simbolismo e fórmulas gerais, para representar quaisquer relações que implicam em ideias similares com quantificações diferentes. Desse modo, evidenciamos a importância da conexão entre o conceito de grandeza e a álgebra.

Em consonância com essas ideias de Davidov (1982; 1988), percebemos que os números, naturais e reais, são elementos particulares da matemática geral manifestados pelo conceito de grandeza. Nesse caso, o autor propõe que, primeiramente, a criança relaciona-se com tal conceito para, em seguida, ter contato com os elementos particulares de sua manifestação. Os estudos de Davidov (1982; 1988) revelam que o ensino deve priorizar o conceito teórico de número real com significação de medida de grandezas contínuas, que podem ser representadas por um número real, em vez de apenas ser o número natural com base na associação entre objetos e escrita numérica.

Portanto, apoiados em Vigotski (1996; 2001), constatamos que o conceito de número real, em relação à lógica dialética, além de caracterizar o geral inclui também o singular e o particular. Nesse sentido, ao relacionarmos os pensamentos de Davidov (1982; 1988) e Vigotski (1996; 2001), observamos que a estrutura davidovianas da organização do ensino de matemática, nos anos iniciais de escolarização, partindo do conceito de número real por meio do conceito de grandeza caracteriza a lógica do pensamento do geral para o particular e possibilita a organização do ensino de matemática que considere a articulação aritmética, álgebra e geometria.

A seguir, discutimos cada uma dessas significações do conhecimento matemático, como elas se relacionam e de que forma propor um trabalho educativo que contemple a aprendizagem e o desenvolvimento psíquico dos/as alunos/as.

2.3 ARITMÉTICA, ÁLGEBRA E GEOMETRIA: AS SIGNIFICAÇÕES DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Conforme os princípios de Davidov (1982; 1988) pautar o ensino do geral para o particular partindo do conceito de número real por meio das grandezas, pode

auxiliar nas inter-relações entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas que caracterizam o conhecimento matemático.

A proposta feita pelo autor é decorrente de um programa de ensino experimental de matemática, realizado com crianças por volta dos 7 anos do grau I¹¹. Nesse programa Davidov (1982; 1988) constatou que as crianças dessa idade, já conseguem realizar tarefas de estudo¹² com fórmulas gerais com o uso de letras, com expressões e equações algébricas.

A proposta davidoviana consiste, “[...] em vez de minimizar o divórcio entre as significações aritméticas e algébricas, [...], não permite tal distanciamento, além de incluir a geometria” (ROSA, 2012, p. 228). Observamos que a lógica fragmentada do ensino de matemática, pode ser superada por essas proposições, considerando as inter-relações aritméticas, algébricas e geométricas do pensamento matemático. Essas propostas “[...] apresentam elevadas exigências para o intelecto da criança. Porém, com certa organização do ensino, elas são capazes de assimilá-las” (ROSA, 2012, p. 30).

Mesmo que seja um desafio, Davidov (1988) defende a capacidade mental da criança no início da escolarização de se apropriar de conhecimentos mais complexos como os algébricos, desde que o trabalho educativo seja organizado adequadamente para esse fim. O autor propõe que a articulação entre as significações matemáticas se inicie a partir do conceito de número real relacionado ao de grandeza. Dessa forma, o ensino alcançará o objetivo de “[...] criar nos alunos uma concepção circunstanciada e válida de número real a partir do conceito de grandeza” (DAVYDOV, 1982, p. 431), sendo essa, na concepção do autor, a finalidade maior da matemática no ensino fundamental.

Esses princípios auxiliam na organização do ensino de matemática em direção a apropriação dos seus conceitos e a formação do pensamento teórico¹³. Os experimentos de Davidov (1982; 1988) demonstraram a eficácia da proposta, tendo visto que,

¹¹ De acordo com nossos estudos embasados por Davidov (1982; 1988) o grau 1 para o estudioso russo, é equivalente aos anos iniciais de escolarização na atualidade da educação básica brasileira, ou seja, envolvendo crianças por volta dos 7 anos de idade.

¹² Para Davidov (1988, p. 178, tradução nossa) “[...] tarefa é a unidade do objetivo da ação e as condições para alcançá-lo”, ou seja, compreendemos tarefa de estudo como as ações ou mecanismos propostos pelo/a docente que dão condições ao discente de apropriar-se do conhecimento estudado.

¹³ Esse conceito discutido por Davidov (1988) será abordado e relacionado com essa discussão posteriormente neste tópico.

[...] o simbolismo literal, as correspondentes fórmulas literais e a interconexão das mesmas, consolidativo das propriedades fundamentais das grandezas, são inteiramente acessíveis às crianças de 7 anos, mesmo antes de conhecer as características numéricas dos objetos (DAVIDOV, 1982, p. 433-434)¹⁴.

Para tanto, é necessário conhecermos a aritmética, a álgebra e a geometria, a fim de se ter os conhecimentos para articular essas significações matemáticas.

A **aritmética**¹⁵, é a significação matemática presente, explicitamente, no cotidiano e nas práticas sociais das pessoas. Criada pelas coletividades humanas primitivas, a aritmética incorpora as relações numéricas. Concordamos que,

Arithmética ou Aritmética (da palavra grega αριθμός, número) é o mais elementar e mais antigo ramo da Matemática. O termo aritmética também é usado para se referir à Teoria dos Números, ramo da Matemática pura que estuda mais profundamente as propriedades dos números em geral (LORENSATTI, 2012, p. 2, grifos do original).

Esse é o conhecimento matemático que trabalha com o número, suas propriedades de contagem e com as operações aritméticas¹⁶. Conforme Davidov (1982; 1988), a aritmética é a “arte de calcular”¹⁷. Rosa (2012, p. 56), acrescenta que “[...] seu objeto é o sistema de números com suas regras e relações mútuas. Assim, por exemplo, seis é igual a cinco mais um, três vezes dois, fator de 30, etc.”. Pelo exemplo, constatamos que os próprios números não estão isolados cada um em si mesmo, mas sim interligados em um movimento de inter-relação, que constitui suas propriedades e significações.

[...] durante a construção dos segmentos, as crianças esclarecem uma propriedade da operação, a singularidade de sua estrutura, o que leva à seguinte consequência: se os valores de dois elementos da operação são conhecidos, eles podem ser sempre e unicamente

¹⁴ Na versão original, lê-se: “[...] el simbolismo literal, las correspondientes fórmulas literales y la interconexión de las mismas, consolidativo de las propiedades fundamentales de las magnitudes, son enteramente asequibles al niño de 7 años ya antes de entrar en conocimiento con las características numéricas de los objetos”(DAVIDOV, 1982, p. 433-434).

¹⁵ Utilizamos o grifo, para destacar cada uma das significações matemáticas.

¹⁶ Compreendemos por operações aritméticas as “[...] chamadas operações fundamentais: adição, subtração, multiplicação, divisão. A estas há que juntar mais três que se lhes ligam imediatamente: é a potenciação, a radiciação e a logaritmação” (CARAÇA, 1951, p. 17).

¹⁷ De acordo com Rosa (2012, p. 56), Davidov se reporta a Aleksandrov (1976) para fazer essa afirmação.

determinados por eles, o valor do terceiro elemento (DAVYDOV, 1988, p. 211, tradução do nossa)¹⁸.

Essa explicação demonstra o movimento de inter-relação da aritmética envolvendo relações numéricas e operações. Quando somamos $25 + 15$, temos como resultado 40. Da mesma forma que, se tivéssemos apenas a primeira parcela e o resultado, conseguiríamos determinar a segunda parcela por meio de uma subtração: $40 - 25 = 15$. Ou ainda, sabendo o valor da segunda parcela e o resultado, poderíamos obter o valor da primeira parcela: $40 - 15 = 25$.

Esse exemplo mostra que, tanto os números, quanto às operações aritméticas estão em constante movimento de fluência e interdependência entre si e com outros conhecimentos, sejam eles matemáticos ou de outras áreas. Nessa demonstração das ideias de Davidov (1988) constatamos a articulação da aritmética com a álgebra, porém antes de discuti-las, é preciso definir a álgebra. Salientamos que,

A álgebra é a doutrina das operações matemáticas consideradas formalmente do ponto de vista geral, com abstração dos números concretos. Seus problemas estão relacionados, fundamentalmente, com as regras formais para a transformação de expressões e a solução de equações. O simbolismo algébrico é a forma adequada ao conteúdo da álgebra (ROSA, 2012, p. 56).

Assim, a **álgebra** expressa abstração de números concretos e generalização do pensamento, já que o simbolismo algébrico transforma abstrações e generalizações em regras e fórmulas gerais expressas em fórmulas, expressões e equações voltadas a resolução de problemas. Davidov (1988) aponta, para compreender a articulação entre as significações aritméticas e algébricas na organização do ensino de matemática,

[...] se os valores de dois elementos da operação são conhecidos, eles podem sempre e exclusivamente determinar o valor do terceiro elemento. Isso permite construir, com base na igualdade dada, vários tipos de equações (os alunos estabelecem que o número de tais equações é igual ao número de elementos incluídos na igualdade: $x + a = c$, $c - x = a$, $c - a = x$). De acordo com essas

¹⁸ Na versão original, lemos: "[...] durante la construcción de segmentos, los niños aclaran una propiedad de la operación, el carácter unívoco de su estructura, lo que lleva a la siguiente consecuencia: si son conocidos los valores de dos elementos de la operación, por ellos se puede determinar siempre y unívocamente el valor del tercer elemento" (DAVYDOV, 1988, p. 211).

equações, as crianças transformam qualquer situação inicial do enredo na quantidade correspondente dos chamados problemas de texto (DAVYDOV, 1988, p. 211, tradução do nossa)¹⁹.

Compreendemos que, ao utilizar letras, fórmulas gerais e equações, a criança demonstra um nível de abstração e generalização elevado, entendendo que determinada fórmula geral e/ou equação poderá ser utilizada em infinitas possibilidades para soluções de diferentes situações. As equações, para Davidov (1988), são fórmulas gerais que expressam as relações entre os números e as operações aritméticas.

Desse modo, é possível observarmos relações com as operações de multiplicação e divisão. Por exemplo, na multiplicação, com dois fatores temos um produto: $x \cdot y = p$ (sendo x e y dois números diferentes de 0) ou $12 \cdot 5 = 60$. Da mesma forma que, sabendo o valor de um dos fatores e do produto, por meio de uma divisão, é possível determinar o valor do outro fator: $p \div y = x$ ou $60 \div 5 = 12$. Esses exemplos mostram a relação intrínseca da aritmética e da álgebra, de modo que uma está presente na essência da existência da outra, o que reforça a ideia do ensino articulado e dispensa a ideia da iniciação tardia da educação algébrica.

É característico que no ensino primário comum o aparecimento de material abstrato (em particular, os símbolos expressos por letras) esteja ligado à conclusão da aprendizagem de alguma disciplina. No ensino experimental, esse material é introduzido logo no início do trabalho escolar. Assim, os símbolos servem, no primeiro caso, como meio de fixar as propriedades de um determinado material, descoberto pelas crianças no processo de resolução de muitos problemas concretos. No segundo caso, o material abstrato, introduzido relativamente cedo, serve como um meio para os alunos "apreenderem" os fundamentos da ação do objeto (DAVYDOV, 1988, p. 214, tradução do nossa)²⁰.

¹⁹ Na versão original, lemos: "[...] si son conocidos los valores de dos elementos de la operación, por ellos se puede determinar siempre y unívocamente el valor del tercer elemento. Esto permite construir, sobre la base de la igualdad dada, varios tipos de ecuaciones (los alumnos establecen que la cantidad de tales ecuaciones es igual a la cantidad de elementos incluidos en la igualdad: $x + a = c$, $c - x = a$, $c - a = x$). De acuerdo con estas ecuaciones los niños transforman cualquier situación argumental inicial en la cantidad correspondiente de los llamados problemas de texto" (DAVYDOV, 1988, p. 211).

²⁰ Na versão original, lemos como: "Es característico que en la enseñanza primaria habitual la aparición del material abstracto (en particular, los símbolos expresados por letras) está vinculada con la finalización del aprendizaje de algún tema. En la enseñanza experimental dicho material se introduce al comienzo mismo del trabajo escolar. Así, los símbolos sirven, en primer caso, como

A proposta do autor é que o trabalho educativo com a álgebra, bem como com o simbolismo algébrico, se inicie tão cedo quanto o ensino da aritmética e da geometria por meio de uma organização articulada que possa potencializar a aprendizagem e promover o desenvolvimento intelectual dos/as estudantes. Lins e Gimenez (1997 p. 113), afirmam que, “[...] uma iniciação tardia à atividade algébrica é equivocada e indesejável”, o que reforça a ideia de Davydov (1988) que ensinar álgebra nos anos iniciais de escolarização é possível e necessário.

A **geometria** é outra significação do conhecimento matemático que as proposições davidovianas, consideram na organização do ensino de matemática. Em relação a geometria, constatamos que ela,

[...] opera com corpos geométricos e figuras. Estuda suas relações a partir de sua grandeza e posição. Um corpo geométrico é um corpo real do ponto de vista de sua forma espacial (inclusive das dimensões), mas sem as propriedades, tais como densidade, cor ou peso. Uma figura geométrica é abstraída de extensão espacial; assim, uma superfície só tem duas dimensões; uma linha, apenas uma e um ponto, nenhuma (ROSA, 2012, p. 56).

A geometria, além de trabalhar com figuras e corpos geométricos, explora a relação destes com suas propriedades e grandezas (área, volume, perímetro, entre outras relações mais complexas envolvendo formas e/ou corpos geométricos específicos). As propriedades e grandezas geométricas têm relações intrínsecas com números e fórmulas gerais, fato que comprova a necessidade e a possível articulação que estamos discutindo.

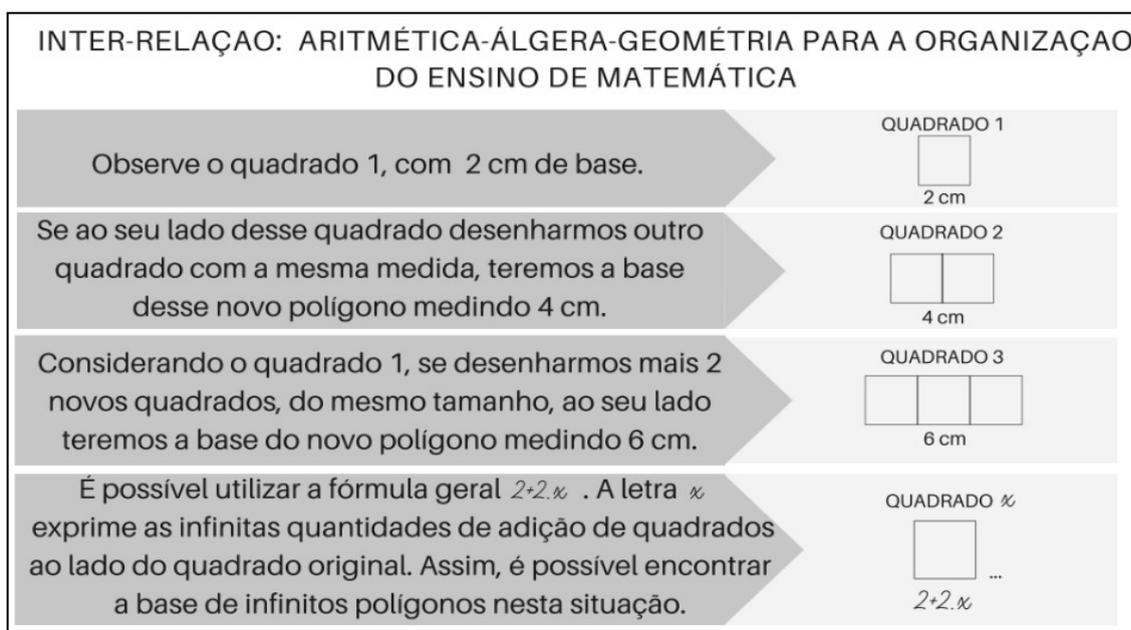
O programa de matemática experimental inclui o estudo de elementos de geometria. Quando possível, o material geométrico está vinculado ao estudo dos números e das ações aritméticas. Por exemplo, o problema de encontrar o perímetro de um retângulo é examinado em conexão com o estudo da propriedade distributiva da multiplicação com relação à adição (grau II). Nas aulas também foram realizados exercícios geométricos. Com base no desenho, corte e modelagem, as crianças aprendem a reconhecer figuras

medio para fijar las propiedades de un determinado material, descubiertas por los niños en el proceso de solución de muchos problemas concretos. En el segundo caso, el material abstracto, introducido relativamente temprano, sirve como medio para que los alumnos "captan" los fundamentos de la acción objetiva” (DAVYDOV, 1988, p. 214).

geométricas, familiarizando-se com suas propriedades (DAVYDOV, 1988, p. 212, tradução do nossa)²¹.

Desse modo, é no centro das propriedades e das grandezas das figuras e corpos geométricos que estão as inter-relações da geometria com a aritmética (significações numéricas) e com a álgebra (significações abstratas e generalizações). Baseados no programa de ensino experimental de Davidov (1988) e dos estudos de Rosa (2012), acerca das tarefas propostas pelas proposições davidovianas, exemplificamos essas inter-relações no ensino de matemática, na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo da articulação das significações matemáticas.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador com base em Davidov (1988) e Rosa (2012).

A Figura 2, exemplifica a inter-relação das significações aritméticas (numerais, medidas, sequência de 2 em 2,...), algébricas (generalização, variável, valor desconhecido, expressão algébrica,...) e geométricas (ponto, arestas, polígonos,...). Essas significações presentes em uma mesma tarefa se diferenciam em muitos aspectos da lógica formal tradicional.

²¹ Na versão original, lemos: “El programa experimental de matemáticas incluye el estudio de elementos de geometría. Cuando es posible, el material geométrico se liga con el estudio de los números y las acciones aritméticas. Por ejemplo, el problema de hallar el perímetro del rectángulo se examina en relación con el estudio de la propiedad distributiva de la multiplicación con respecto a la suma (II grado). En las lecciones se realizan también ejercicios propiamente geométricos. Sobre la base del dibujo, el recorte, el modelado, los niños aprenden a reconocer las figuras geométricas, se familiarizan con sus propiedades” (DAVYDOV, 1988, p. 212).

Além dos modelos expressos por letras, os modelos gráficos espaciais desempenham um papel importante na formação dos conceitos matemáticos. Sua particularidade essencial é reunir o sentido abstrato com o objeto real. Falando estritamente, a abstração da relação matemática só pode ser produzida com o auxílio das fórmulas expressas por meio de letras (DAVYDOV, 1988, p. 213, tradução do nossa)²².

As inter-relações demonstradas na Figura 2 apontam possibilidades de desenvolver o trabalho educativo objetivando assegurar na escola a apropriação do conhecimento teórico (DAVYDOV, 1982; 1988). Para que possamos compreender o conceito de conhecimento teórico de Davidov (1982; 1988), recorreremos às investigações de Vigotski (2001) sobre a formação de conceitos espontâneos e científicos. Nos estudos do autor supracitado, fica evidente a diferença entre os conceitos espontâneos e científicos. Ele acredita que os tipos de conceitos não estão em conflito, mas fazem parte de um mesmo processo de formas diferentes. Vigotski (2001) define os conceitos espontâneos como aqueles apropriados de maneira informal pelas práticas do cotidiano. Já, os conceitos científicos, necessitam de sistematização, de organização formal de ensino, para que possam ser apropriados.

[...] o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores (VIGOTSKI, 2001, p. 347).

O autor assegura que é importante o desenvolvimento do conceito espontâneo até certo nível para que o conceito científico possa ser apropriado. Davidov (1982; 1988) salienta que o conhecimento teórico é composto por inúmeros conceitos científicos e representam os conteúdos do pensamento teórico.

Assim, “[...] o pensamento teórico é o processo de idealização de um dos aspectos da atividade objetiva-prática, a reprodução, nela, das formas universais das coisas” (DAVIDOV, 1988, p. 125). Concordamos com o autor que a educação escolar

²² Na versão original, lemos: “Además de los modelos expresados con letras, los modelos gráfico-espaciales cumplen un importante papel en la formación de los conceptos matemáticos. Su particularidad esencial es que reúne el sentido abstracto con la concreción objetual. Hablando estrictamente, la abstracción de la relación matemática puede ser producida sólo con ayuda de las fórmulas expresadas por medio de letras” (DAVYDOV, 1988, p. 213).

deve priorizar o desenvolvimento do pensamento teórico em articulação com o pensamento empírico²³.

[...] pensamento teórico não opera com representações, mas propriamente com conceitos. O conceito aparece aqui como a forma de atividade mental por meio da qual se reproduz o objeto idealizado e o sistema de suas relações, que em sua unidade refletem a universalidade ou a essencial do movimento do objeto material. O conceito atua, simultaneamente, como forma de reflexo do objeto material e como meio de sua representação mental, de sua estruturação, ou seja, como ação mental especial (DAVYDOV, 1988, p.126)²⁴.

Desse modo, o pensamento teórico não trabalha apenas com representações isoladas e descontextualizadas da realidade, mas sim com conceitos que reproduzem o objeto real e seu sistema de relações. Para Davidov (1982) o conhecimento teórico, é parte constituinte da atividade de estudo, já que é por meio de sua aquisição que se forma o pensamento teórico, e conseqüentemente o desenvolvimento psíquico da criança.

De acordo com o autor, os processos de apropriação de conceitos, formação de generalização e de abstração são essenciais para o desenvolvimento do pensamento teórico. Nesse caso, “[...] no que diz respeito ao conhecimento algébrico, há de se considerar que é essencialmente um conhecimento científico e que, portanto, com ele se pode trabalhar prioritariamente o pensamento teórico” (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, p. 64). Por trabalhar com processos de abstração, generalização e a formação de conceitos, o conhecimento algébrico tem o potencial de mobilizar a formação desse pensamento e de outras funções psíquicas.

²³ Compreendemos que o pensamento empírico tem como conteúdo os conceitos espontâneos, pois, de acordo com Sousa, Panossian e Cedro (2014, p. 63), o pensamento empírico é “[...] considerado como forma primeira de conhecimento racional”. Nesse tipo de pensamento é priorizado o conhecimento empírico, que se “[...] elabora por meio da comparação de objetos e das suas representações, o que permite a separação das propriedades iguais, comuns” (ROSA, 2012, p. 49). Ressaltamos que o pensamento empírico e os conceitos espontâneos têm suas características e sua importância no desenvolvimento intelectual da criança, porém a escola não pode se limitar a eles. Visto que, esse tipo de pensamento sustenta-se na empiria, em dados sensoriais e não chega à essência dos conceitos, como o pensamento teórico

²⁴ Na versão original, lê-se: “[...] [...] la base del pensamiento teórico, que ya no opera con representaciones sino propiamente con conceptos. El concepto aparece aquí como la forma de actividad mental por medio de la cual se reproduce el objeto idealizado y el sistema de sus relaciones, que en su unidad reflejan la universalidad o la esencia del movimiento del objeto material. El concepto actúa, simultáneamente, como forma de reflejo del objeto material y como medio de su reproducción mental, de su estructuración, es decir, como acción mental especial” (DAVYDOV, 1988, p.126).

Frente a essas considerações, constatamos que organizar o ensino de matemática a partir das inter-relações entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas, cria as condições adequadas para o ensino ser promotor da aprendizagem e do desenvolvimento psíquico. Uma das formas de materializar essas condições é organizar o ensino explorando os nexos conceituais existentes no conhecimento algébrico, os quais discutimos a seguir.

2.4 O ENSINO DE ÁLGEBRA E OS NEXOS CONCEITUAIS ALGÉBRICOS

Compreendemos que a álgebra é uma criação humana e sua trajetória está interligada a constituição histórica da própria matemática e da sociedade. Da mesma forma que o ser humano, a álgebra está em constante transformação, em movimento de interdependência com a vida, nas mais variadas situações cotidianas, conforme Sousa (2004) no movimento da vida.

Considerar a articulação das significações aritméticas e geométricas com a álgebra é possibilitar aos estudantes a apropriação de um conhecimento teórico que está presente na dinâmica da vida do ser humano e auxiliando em seu processo de humanização e desenvolvimento psíquico. Assim, a álgebra permite ao ser humano desenvolver funções psíquicas e solucionar problemas cientificamente complexos. Os conceitos algébricos, de acordo com Vigotski (2001), permitem a realização de processos de abstração e generalização que colocam a álgebra como um campo de conhecimento além da aritmética.

[...] a apreensão da álgebra não repete o estudo da aritmética, mas representa um plano novo e superior de desenvolvimento do pensamento matemático abstrato, que reconstrói e projeta para o nível superior o pensamento aritmético anteriormente constituído (VIGOTSKI, 2001, p. 314).

Os estudos e pesquisas com base nas proposições de Davidov (1982; 1988) evidenciam uma possibilidade para a organização do ensino de matemática que supere a lógica formal tradicional, porém há um grande caminho para sua materialização. Por isso, vamos discutir sobre o ensino de álgebra nos anos iniciais

de escolarização, considerando a articulação aritmética-álgebra-geometria, com foco nos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004).

Sob esse ponto de vista, a álgebra é uma significação matemática com um nível de complexidade elevado. As investigações do autor em relação a formação de conceitos e aos processos de abstração e generalização evidenciam que,

O pré-conceito é uma abstração do número a partir do objeto e uma generalização nela fundada das propriedades numéricas do objeto. O conceito é uma abstração a partir do número e uma generalização nela fundada das outras relações entre os números. A abstração e a generalização da minha ideia diferem da abstração e da generalização dos objetos (VIGOTSKI, 2001, p. 372).

Assim, o conceito, a abstração e a generalização são processos mentais que permitem ao homem desenvolver suas máximas capacidades psíquicas. Nesse desenvolvimento, é o signo que age como meio fundamental de orientação e domínio. Na álgebra, o signo pode ser uma letra, uma fórmula, símbolo, formas geométricas, sinais das operações matemáticas etc., ou seja, é um elemento que tenha sentido e significado com o conceito dentro do contexto algébrico, estabelecendo relação direta entre álgebra e simbolismo algébrico.

Nessa perspectiva, o sistema de conceitos algébricos, as abstrações e as generalizações, formam sua representação simbólica, de modo que, **cada símbolo tenha seu próprio conceito e objeto, que pode ser de natureza aritmética, geométrica ou algébrica** (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, grifos nossos). Em outras palavras, na linguagem algébrica²⁵, cada símbolo tem um significado próprio quando contextualizado e/ou relacionado a fórmulas gerais. Se o estudante não compreender o significado e as relações da linguagem algébrica, o símbolo não fará sentido, seja ele uma incógnita ou algo relacionado às operações (como o significado do “ x ” como incógnita e o “ x ” como multiplicação; sinais das operações aritméticas; sinais de igualdade e desigualdade ou maior e menor; etc.). Nesse caso, o símbolo não terá o significado matemático que deve ter, será apenas mais um desenho ou letra solta, isolada e sem função algébrica.

²⁵ Nesse momento, compreendemos a linguagem algébrica como um conjunto de elementos abstratos, generalizados e simbólicos que formam e estruturam a álgebra.

Outra importante relação estabelecida por Sousa, Panossian e Cedro (2014), é a comparação da linguagem algébrica com a linguagem oral e escrita a partir das investigações de Vigotski (2001). Os autores salientam que,

[...] a linguagem algébrica com seu sistema simbólico é um sistema de signos (instrumentos psicológicos) produzido pelo homem e que auxilia a resolver problemas mentais, instrumento de pensar e do conhecimento. [...] A linguagem oral requer certo grau de abstração em relação ao mundo material, e a linguagem escrita requer abstração do aspecto sonoro da fala e, também, do interlocutor. Expressando-se por meio da linguagem oral algébrica, é possível falar e expressar oralmente, estruturando o pensamento algébrico e demonstrando a elaboração de certas abstrações em relação aos números, mas o registro escrito, uso do simbolismo da álgebra, apresenta um grau de abstração ainda mais elevado. Para recorrer ao simbolismo algébrico, é necessário apropriar-se de tais signos de forma intencional e consciente na condição de produtos da experiência histórica de alguns povos [...] (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, p. 30).

Isso mostra que o pensamento algébrico pode ser estruturado pela fala e expressão oral, por meio de abstrações, porém o registro com o simbolismo requer níveis mais elevados. Sousa, Panossian e Cedro (2014), demonstram a necessidade do trabalho com a linguagem oral algébrica no desenvolvimento do simbolismo.

Em outras palavras, aponta-se a necessidade de uma organização do ensino da álgebra que se inicia pela **álgebra não simbólica**²⁶, partindo da oralidade, de modo que os diálogos, as explicações do docente e as hipóteses levantadas pelos alunos sejam instrumentos que mobilizem o pensamento. Em seguida, é preciso potencializar a **fase retórica**²⁷, já que o ato de escrever o que se pensa, leva o aluno a repensar o que foi discutido para materializar em palavras e frases. É preciso fazer um “elo” entre a escrita e o simbolismo algébrico. Neste caso a **álgebra sincopada**²⁸ é um instrumento, pois refere-se a escrita abreviada, com palavras, que possam

²⁶ Veremos que a álgebra não simbólica é um dos nexos conceituais algébricos definidos por Sousa (2004). Porém, nesse momento, compreendemos-a como uma etapa que não utiliza o simbolismo algébrico, mas que “[...] representa o lógico-histórico da álgebra que envolveu, durante séculos, palavras e figuras geométricas. Ela representa o lógico do histórico da variação, cuja notação passou por três estágios ou fases: retórica, sincopada e simbólica (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p. 14).

²⁷ A fase retórica da álgebra é definida como aquele que “[...] escreve tudo [...]” (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p.19), porque, “[...] há o uso de descrições em linguagem comum para resolver tipos peculiares de problemas e suprir a falta de símbolos ou sinais espaciais para representar incógnitas” (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p.14).

²⁸ Na fase da álgebra sincopada “[...] escrevemos abreviado. Tal linguagem, a sincopada está muito próxima da linguagem simbólica. [...] É uma fase intermediária entre a expressão retórica e a escrita simbólica atual” (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p. 19).

representar parte da ideia materializada pela escrita. Por fim, a **fase simbólica**²⁹, é o momento que o discente sintetiza o que pensou, falou, repensou e escreveu fazendo uso da linguagem simbólica.

Acreditamos que o processo descrito está em consonância com as ideias Vigotski (1996; 2001), pois o ato de iniciar o ensino de álgebra pela oralidade, com a criança expondo ideias e hipóteses, é um ato de generalização. Essa generalização evidencia o movimento do geral para o particular do pensamento, entendendo que o “[...] conceito não é tomado em seu sentido estático e isolado” (VIGOTSKI, 2001, p. 165). Por meio dos diálogos, da orientação e explicação do/a docente, o/a aluno/a vai formando o conceito. As fases da álgebra não simbólica, isto é, de materializar o pensamento e a fase simbólica conduzirão a criança até o nível particular que representará a formulação de uma ideia ou fórmula que passa a ser geral para aquela situação específica. Todo esse movimento atribui ao ensino um caráter dinâmico, fluente e dialético.

Para exemplificar esse movimento, utilizaremos as proposições de Davidov (1982; 1988), articulando as significações aritméticas, geométricas e algébricas. Observamos a seguinte situação no Quadro 5:

Quadro 5 – Enunciado exemplifica uma tarefa que articula as significações aritméticas, geométricas e algébricas.

<i>João quer comprar terreno retangular para construir sua casa. Achou um com as seguintes medidas:</i>

<i>Qual é a área disponível para João construir sua casa?</i>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

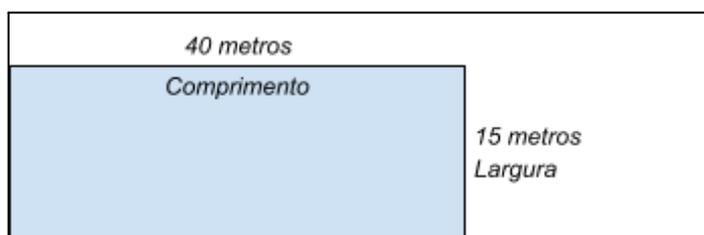
²⁹ A álgebra simbólica é aquela que utiliza símbolos, letras para representar incógnitas e variáveis, em fim, faz uso do simbolismo algébrico. Com ela “[...] é possível elaborar fórmulas” (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p. 28), gerais que abstraem um tipo de situação e generalizam a resolução para situações de ideias similares.

Nessa situação, uma possível organização do ensino poderia partir da orientação e condução de uma conversa, com o professor buscando mobilizar as crianças a pensarem e a expressarem, oralmente, como poderiam descobrir a área de terreno. Teríamos muitas respostas e hipóteses, expressando o movimento de pensar na área do retângulo (o conceito geral dessa situação) e pensar nas dimensões (comprimento e largura) reconhecendo os conceitos particulares da situação. De acordo com as hipóteses levantadas, o professor pode orientar os estudantes as respostas corretas, considerando a multiplicação das duas dimensões da figura retangular.

O próximo passo, seria escrever o processo de resolução da situação problema (fase retórica), bem como organizar e fazer os cálculos necessários conduzindo ao movimento de pensar no particular, pois a cada situação diferente revela a particularidade do problema. No caso, o retângulo sempre terá duas dimensões (aspectos gerais), mas suas medidas podem ser diferentes (aspectos particulares). Entretanto, é possível fazer uma generalização de que, a multiplicação dos valores das duas dimensões do retângulo resultará no valor da área dele, ou ainda que, para descobrir essa área, precisamos multiplicar o valor do comprimento pelo o da largura; entre outras formas de sintetizar o cálculo da área do retângulo.

Por fim, chegamos na representação simbólica. Com a conversa e exploração teórica do/a docente os conceitos particulares de comprimento e largura já foram abordados, o que possibilita pensarmos na Figura 3.

Figura 3 – Tarefa adaptada após explicação do docente.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Assim, a representação simbólica da ideia central será feita a partir do que as crianças pensaram e escreveram “para descobrir a área de um retângulo, precisamos multiplicar o valor do comprimento pelo valor da largura”. Nesse caso, pode ser que seja necessário passarmos pela fase sincopada da álgebra, isto é, pela abreviação e sintetizar da seguinte forma: *área do retângulo = comprimento x*

largura. Nessa fase, a representação pode ser feita utilizando as iniciais de cada palavra relacionada ao cálculo da situação, da seguinte forma: $A = C \times L$. Com esse processo é possível chegarmos à fórmula geral para calcular a área do retângulo $a = b \cdot h$, de modo que cada símbolo faça sentido e significado para a criança. O/a aluno/a poderá entender, generalizar e abstrair que a “*b*” é a base e representa o comprimento, que “*h*” é a altura e representa a largura e que “*a*” é a área do retângulo, valor adquirido pela multiplicação dos outros dois elementos.

Este exemplo, evidencia uma possibilidade de organização do ensino da álgebra, que considera as ideias de Vigotski (2001) e as proposições de Davidov (1988). Por ele, percebemos a articulação das significações aritméticas (representações numéricas, cálculos aritméticos, etc), geométricas (figura geométrica, ponto, reta, dimensões geométricas, etc) e algébricas (generalização, abstração, simbolismo algébrico, fórmula geral, etc) do conhecimento matemático.

Esse processo, de organização do ensino da álgebra, que se inicia pela oralidade, passa pela escrita e chega ao simbolismo é uma trajetória importante nos anos iniciais de escolarização que possibilita a compreensão dos conceitos. Essa organização estimula o/a aluno/a a criar nexos que conectam os conceitos algébricos apreendidos e contribuem para a formação do pensamento teórico. Desse modo, é estabelecida a unidade entre a linguagem oral e simbólica que permite o desenvolvimento de processos de abstrações e generalizações de pensamento mais elevado, assegurando a atribuição de significados, sentidos e contextos aos conceitos.

Os estudos de Davidov (1982; 1988), Lins e Gimenez (1997), Fiorentini, Miorim e Miguel (1993), Sousa, Panossian e Cedro (2014) nos levam a entender a razão do trabalho educativo com a álgebra e porque deve estar presente desde os anos iniciais de escolarização. Porém, não devemos nos limitar aos componentes que, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2017, p. 270), devem ser considerados “[...] ideias de regularidade, generalização de padrões e propriedades da igualdade” (BRASIL, 2017, p. 270), isto é, por meio de tarefas que focam no trabalho com sequências. Visto que, introduzir o ensino da álgebra apenas com as tarefas explorando esses conceitos, é somente inserir a educação algébrica no currículo escolar e não a relacionar com as significações aritméticas e geométricas. Em consonância com os pressupostos davidovianos, a proposta da inter-relação entre as significações do conhecimento matemático, na organização do ensino desde os

primeiros anos de escolarização, apresenta-se como um caminho em direção a formação e desenvolvimento pleno da criança.

Defendemos uma organização que não esteja só vinculada às tarefas de sequência, regularidades, padrões ou ao simbolismo algébrico (letras, equações, funções, etc.). Consideramos que o trabalho educativo com as inter-relações aritméticas-geométricas-algébricas (Davidov, 1988) e com os nexos conceituais algébricos (Sousa, 2004) seja um caminho para superar essa visão que reduz esse ensino a essas tarefas. Acreditamos que os princípios de Davidov (1988) e de Sousa (2004) se relacionam e se completam e possibilitam um novo caminho ao ensino da álgebra.

A defesa pelos nexos conceituais garante os aspectos “[...] lógico-históricos e se apresentam no movimento do pensamento, tanto daquele que ensina, quanto daquele que aprende” (SOUSA, 2018, p. 52). Compreendemos nexo conceitual como a “[...] ligação entre as formas de pensar o conceito, que não coincidem, necessariamente, com as diferentes linguagens do conceito” (SOUSA, 2004, p. 62), sendo ferramentas mentais do conceito que conectam a forma de pensar e compor o próprio conceito.

Desse modo, os nexos conceituais “[...] contêm a lógica, a história, as abstrações, as formalizações do pensar humano no processo de constituir-se humano pelo conhecimento” (SOUSA, 2004, p. 61). Em consonância com Davidov (1982; 1988), entendemos que esses nexos são construídos historicamente, no movimento de criar e transformar os conhecimentos na trajetória de nós fazermos humanos. Isso faz deles “[...] lógicos e históricos. [...] nunca estão prontos e acabados” (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, p. 65).

Sousa (2004) denomina de nexo conceitual ou de nexo interno do conceito, já Kopnin (1978) e Davidov (1982) de nexo interno. Para Sousa (2004), os nexos conceituais são internos, pois relacionam as formas de pensar com o conceito, estando presentes no pensamento teórico. Os nexos internos diferenciam-se dos nexos externos, já que esses últimos se limitam aos aspectos perceptíveis do conceito, ficam por conta da linguagem e são formais. Sousa (2004, p. 62), demarca essa diferenciação, destacando que,

Os nexos internos do conceito mobilizam mais o movimento do aprendente do que os nexos externos. Os nexos externos não

deixam de ser uma linguagem de comunicação do conceito apresentada em seu estado formal, mas que não necessariamente denota sua história. Dá pouca mobilidade ao sujeito para elaborar o conceito.

Diferenciar os nexos conceituais internos dos externos auxilia na compreensão da relação que cada um tem com o conceito e o desenvolvimento do pensamento teórico. Ressaltamos que ambos são importantes e contribuem no processo de ensino e aprendizagem. Concordamos que,

Ensinar, a partir dos nexos externos, traz resultados parciais ao aluno. Os prejuízos podem ser comprovados não só na falta de subjetividade do sujeito como também na formação do pensamento teórico. O pensamento teórico generaliza o conceito. Prova disso é aprender a variável só a partir da incógnita (SOUSA, 2004, p. 62).

Nessa direção, o ensino a partir dos nexos externos não dá conta de mobilizar o desenvolvimento do pensamento teórico. Eles são necessários, porém não para serem o ponto de partida do ensino. Isso porque os nexos externos não interligam as formas de pensar os conceitos algébricos, pois essa é a função dos nexos internos do conceito. O nexo conceitual age internamente na formação do conceito, conseqüentemente, na formação do pensamento teórico enquanto, o nexo externo atua externamente, expondo as sínteses do pensamento teórico por meio da linguagem de comunicação (oral, escrita ou simbólica), no caso da álgebra, por meio da linguagem algébrica e do simbolismo algébrico. Um completa o outro.

Ensinar álgebra a partir dos nexos conceituais da álgebra é mobilizar um processo de ensino e aprendizagem que promova a apropriação de conhecimento e o desenvolvimento do pensamento teórico. Trabalhar com os nexos conceituais da álgebra, embasa e mobiliza a aprendizagem dos nexos externos da álgebra, isto é, dos elementos que constituem a linguagem algébrica (simbolismo, expressões, equações, sequências, padrões, regularidades etc.) e, também, dos nexos conceituais.

[...] diferencia-se do ensino tradicional de álgebra por considerar, durante a construção do pensamento algébrico por aqueles que ensinam e aprendem, as conexões internas ou ainda os nexos conceituais do pensamento algébrico, conforme apontam os estudos de Davydov (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, p. 43).

Essa preocupação contrapõe a ideia de que o ensino escolar da álgebra deve se iniciar pelo formalismo do pensamento algébrico, para mais tarde propor voltar-se à aplicação desses conceitos na realidade fluente. A organização do ensino de álgebra pelos nexos conceituais inverte a lógica do ensino tradicional, pois parte dos próprios conceitos algébricos da realidade fluente para chegar ao formalismo, como meio de que seus elementos e linguagem tenham sentido e significado ao estudante. Nessa perspectiva,

Tendo como base o entendimento de que a álgebra descreve os movimentos da prática social, ou seja, da vida, propomos que o ponto de partida das aulas seja o estudo de conceitos de **movimento, fluência, número e a álgebra não simbólica; variável e campo de variação presentes na vida fluente** (SOUSA; PANOSSIAN; CEDRO, 2014, p. 43, grifos nossos).

Conceber a álgebra como um conhecimento científico historicamente acumulado que contribui na interpretação de fenômenos da vida humana é um pressuposto que fundamenta o trabalho com os nexos conceituais e auxilia a ser viabilizada na prática educativa. Esse pressuposto revela o movimento lógico-histórico dos conceitos algébricos, sendo lógico, porque os nexos constituem o movimento de pensamento, e histórico, por destacarem as mudanças da álgebra nas etapas do seu desenvolvimento.

Em conformidade com Sousa (2004), Caraça (1951) e Ifrah (1981), Sousa, Panossian e Cedro (2014), passamos a caracterizar cada um dos nexos conceituais da álgebra. O conceito de **movimento**³⁰ atribui ao ensino a característica de mobilidade e mudança, contrapondo-se a ideias de algo pronto, estático e acabado. Embora esses movimentos possam ser regulares, obedecendo a uma sequência determinada, eles também podem ter uma natureza irregular, que não seguem padrões.

Isso revela que o desenvolvimento histórico da álgebra, está constantemente em transformação, o que caracteriza o conceito de **fluência**, reconhecida por Caraça (1951), o qual tratamos anteriormente. A título de detalhamento dos nexos conceituais retomaremos sua conceituação. Para o autor, “[...] todas as coisas, a todo o momento, se transformam, tudo *flue*; tudo *devém* [...] tudo é, a todo o momento, *uma coisa nova*” (CARAÇA, 1951, p.110, grifos do autor). Acreditamos

³⁰ Utilizamos o negrito apenas para destacar os nexos conceituais algébricos.

que as coisas e os fenômenos, a todo o momento se transformam, nada é o mesmo que foi a um momento atrás. Assim também é a álgebra, que surgiu, se desenvolveu e continua em constante transformação, e refaz esse ciclo a toda vez que é transmitida de gerações para gerações.

Sousa (2004) considera constituinte dos nexos conceituais da álgebra, além do movimento e da fluência, **a interdependência** destacada por Caraça (1951) por serem conceitos fundamentais da própria matemática, logo não pode ser esquecida. Em relação ao pensamento algébrico, Sousa (2004, p. 87) destaca que,

[...] não está dissociado do conceito de número, muito menos dos conceitos de movimento e fluência, [...] A construção dos conceitos algébricos considerou os elementos históricos desenvolvidos pelo pensamento humano desde as mais remotas civilizações. Nunca esteve dissociado da cultura e do trabalho humano.

Ao afirmar que o pensamento algébrico não está dissociado, a autora constata que ele se associa com outros elementos. Nesse sentido, existe a interdependência da álgebra com diferentes conceitos e fenômenos da vida fluente do ser humano. Isso revela que “[...] todas as coisas estão relacionadas umas com as outras; o mundo, [...] é um organismo vivo, uno, cujos compartimentos comunicam e participam, todos, da vida uns dos outros” (CARAÇA, 1951, p. 109), evidenciando o movimento de relação entre as coisas e os fenômenos da vida humana.

Quando pensamos nessas características em relação ao conceito de **número**, Sousa (2004) retoma as ideias de Ibrah (1981) e Caraça (1951) e assegura que esse

[...] é um dos conceitos mais fascinantes criados pela mente humana. O homem, em determinado momento histórico, faz uma relação fantástica entre objetos distintos: pedra-ovelha. Cria, nesse momento [...] a correspondência um-a-um e é essa relação que vai permitir a demonstração da teoria do número real de Cantor [...] (SOUSA, 2004. p. 87).

Os nexos conceituais da álgebra são constituídos a partir do conceito de número, relacionados à representação de quantidades, problemas de contagem,

relações com grandezas³¹ discretas e contínuas etc. No contexto dos nexos conceituais do pensamento algébrico, o conceito de número está articulado ao conceito de **álgebra não simbólica**, que para a autora,

[...] é composta por três estágios ou fases: retórica, geométrica e sincopada. Na álgebra retórica a variável é representada por uma palavra. No caso da álgebra geométrica, a variável é representada a partir de segmentos de reta. Já, na álgebra sincopada, a variável é representada, a partir da abreviação de palavras (SOUSA, 2018, p. 51).

Nesse caso, a álgebra não simbólica é constituída pelas fases retórica, sincopada e geométrica da álgebra, cada uma com suas especificidades. Este tipo de álgebra é aquela que não trabalha com letras na representação das incógnitas e variáveis. A **variável** é outro conceito importante, que também faz parte da estrutura dos nexos conceituais da álgebra. A variável é,

[...] portanto, uma entidade que, dizendo respeito a um nível (I) de isolado - o conjunto - superior ao do número, é, ela própria, de uma natureza superior. [...] entanto, o carácter contraditório do conceito - a variável é e não é cada um dos elementos do conjunto [...] (CARAÇA, 1951, p. 127-128).

Em harmonia com o pensamento de Caraça (1951) e Sousa (2004), entendemos que a essência da variável é o fato dela não ser associada às ideias de rigidez e imutabilidade, que expressam algo fixo e preso. Isso fica evidente se pensarmos em um conjunto numérico, exemplificado por Caraça (1951, p.127 grifos do autor),

[...] seja (E) o conjunto dos números reais do intervalo (0,1), e seja x a sua *variável*, que queremos significar? Que o símbolo x , sem coincidir *individualmente* com nenhum dos números reais desse intervalo, é susceptível de os representar a todos, é afinal, o símbolo da *vida colectiva* do conjunto, vida essa que se nutre da vida individual de cada um dos seus membros, *mas não se reduz a ela*.

³¹ Nesse momento fica evidente a relação dos nexos conceituais com as proposições de Davidov (1982; 1988) para a organização do ensino de matemática, já que o autor um defende a articulação aritmética-álgebra-geometria por meio do ensino do conceito de número relacionado ao conceito de grandeza.

Pelo conceito de variável é possível pensar nos infinitos números que fazem parte do conjunto numérico, ao mesmo tempo em que permite a escolha e a representação de apenas um desses números. Supondo que uma pessoa queira comprar uma camiseta, entre na loja e tenha muitas possibilidades de cores. Neste caso, a grandeza envolvida é a quantidade de cores e esta grandeza, por sua vez, é variável, já que o número da quantidade de cores pode mudar. Certificamos que,

A variável é a fluência, o próprio movimento, o fluxo do pensamento. Sua constituição considera os pensamentos do campo numérico e geométrico. Tais pensamentos são teóricos. [...] Só há sentido em missionária a palavra variável a partir do momento em que se considere um campo numérico. Ela não tem existência por si só, enquanto ser em si a existência da variável, necessariamente, está relacionada ou associada a um determinado campo de variação. Do contrário, não se pode falar nela (SOUSA, 2004, p. 82).

O conceito de variável está diretamente relacionado ao conceito de **campo de variação**, ambos constituem os nexos conceituais da álgebra. Compreendemos que o campo de variação é a área de extensão do espaço que a variável atua. Voltando ao exemplo de Caraça (1951), a variável é cada um dos elementos do conjunto (E) e, o campo de variação é o próprio conjunto (E). Quando pensamos no exemplo da compra de camisetas, a grandeza variável é a quantidade de cores disponíveis e o campo de variação é o conjunto dos números naturais, pois na loja pode ter 0 ou 1, ou 2, ou mais camisetas, porém não pode ter número negativo ou racional para indicar a quantidade de cores disponíveis. Pelos exemplos, percebemos a relação de interdependência entre a variável e o campo de variação na construção do próprio conceito de álgebra.

Na busca de identificar uma síntese dos princípios dessa discussão e de propor uma organização do ensino de matemática que articule os nexos conceituais, proposto por Sousa (2004), com as proposições de organização do ensino de matemática, de Davidov (1982; 1988), analisamos o Jogo Matcraft³² e o seu processo de construção coletiva, que pode possibilitar um trabalho educativo de matemática por meio da articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas com foco nos nexos conceituais algébricos.

³² O Matcraft é um jogo elaborado por um grupo de participantes da OPM/UEM, que será abordado nesta pesquisa.

O jogo Matcraft é uma Situação Desencadeadora de Aprendizagem (SDA) construída em meio aos estudos da OPM/UEM, em 2020, tendo como pressupostos os princípios teóricos da Atividade Orientadora de Ensino (AOE), os estudos de Davidov e Sousa sobre o ensino de álgebra.

Nesse sentido, conhecer os conceitos de AOE e SDA são cruciais para darmos andamento nas discussões desta pesquisa. Assim, no próximo tópico, passamos a apresentar esses conceitos, a fim de compreendermos suas contribuições para a organização do ensino, bem como, para a análise da proposta didática.

2.5 A ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO E AS SITUAÇÕES DESENCADEADORAS DE APRENDIZAGEM

Evidenciamos até aqui, uma crítica ao modelo hegemônico do ensino de matemática, que segue a lógica formal, atribuindo uma visão de que essa ciência é isolada, pronta, acabada, imutável e sem contradições. Embasados nos estudos de Caraça (1951), Vigotski (1996; 2001), Davidov (1982; 1988), Rosa (2012), Sousa, Panossian e Cedro (2014), entre outros, defendemos uma matemática, presente na vida cotidiana dos seres humanos e que está sempre em transformação de acordo com a necessidades postas.

Acreditamos que, uma base teórico-metodológica, fundamenta a organização do ensino, sustenta a superação dessa lógica e fornece princípios para a reorganização das práticas educativas em um sentido mais amplo. para tanto é preciso considerar:

- o ensino organizado na lógica do geral → particular (VIGOTSKI, 1996);
- a articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas (DAVIDOV, 1988);
- a relação entre os conceitos de número e grandeza (DAVIDOV, 1988);

- o ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização por meio dos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004; SOUSA, PANOSSIAN e CEDRO, 2014).

Nessa perspectiva, a Atividade Orientadora de Ensino (AOE), elaborada por Moura et al. (2010), é uma proposta para viabilizarmos a organização do ensino. Fundamentada na THC e na Teoria da Atividade de Leontiev (2004), a AOE, incorpora a estrutura da atividade humana organizada. Assim, certificamos que,

A AOE mantém a estrutura de atividade proposta por Leontiev ao indicar uma necessidade (apropriação da cultura), um motivo real (apropriação do conhecimento historicamente acumulado), objetivos (ensinar e aprender) e propõe ações que considerem as condições objetivas da instituição escolar. (MOURA et al. 2010, p. 217).

Nessa perspectiva, a AOE é um instrumento teórico e metodológico que “orienta um conjunto de ações em sala de aula a partir de objetivos, conteúdos e estratégias de ensino negociado e definido por um projeto pedagógico” (MOURA, 1997, p. 32). Além disso, se compromete com o desenvolvimento humano dos agentes que fazem parte do processo de ensino e aprendizagem, o professor e os alunos. Compreendemos que a AOE,

[...] se estrutura de modo a permitir que os sujeitos interajam, mediados por um conteúdo negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente uma situação-problema. [...] A Atividade Orientadora de Ensino tem uma **necessidade**: ensinar; tem **ações**; define o modo ou procedimento de como colocar os conhecimentos em jogo no espaço educativo; e elege **instrumentos** auxiliares de ensino; os recursos metodológicos adequados a cada objetivo e ação. [...] E, por fim, os **processos de análise e síntese**, ao longo da atividade, são **momentos de avaliação** permanente para quem ensina e aprende (MOURA, 2001, p. 155, grifos nossos).

Essa base colabora na mobilização dos sujeitos, colocando-os em atividades que se completam. De acordo com Moura et al. (2010, p. 218), “na AOE, ambos, professor e aluno, são sujeitos em atividade e como sujeitos se constituem como indivíduos portadores de conhecimentos, valores e afetividade [...]”. Cada um dos sujeitos assume uma função e objetivos diferentes no processo: o/a docente se responsabiliza pela atividade de ensino e o/a aluno/a pela atividade de

aprendizagem, de modo a articular o processo de ensino e aprendizagem em direção a apropriação do conhecimento científico (herança cultural e histórica da humanidade) e desenvolvimento do pensamento teórico. Todavia, a Atividade Orientadora de Ensino,

[...] é organizada pelo professor a partir dos seus objetivos de ensino que, como dissemos, se traduzem em conteúdos a serem apropriados pelos estudantes no espaço de aprendizagem. **As ações do professor serão organizadas inicialmente visando colocar em movimento a construção da solução da situação desencadeadora de aprendizagem.** Essas ações, por sua vez, ao serem desencadeadas, consideram as condições objetivas para o desenvolvimento da atividade: as condições materiais que permitem a escolha dos recursos metodológicos, os sujeitos cognoscentes, a complexidade do conteúdo em estudo e o contexto cultural que emoldura os sujeitos e permite as interações sócio-afetivas no desenvolvimento das ações que visam o objetivo da atividade – a apropriação de certo conteúdo e do modo geral de ação de aprendizagem. (MOURA et al. 2010, p. 222, grifos nossos).

Nesse sentido, observamos que a AOE é uma base completa, já que tem embasamentos teóricos que sustentam as ações práticas e, também, incorpora instrumentos e recursos para a efetivação do trabalho de escolarização. O objetivo é que o sujeito se aproprie do conhecimento científico, promovendo o desenvolvimento do pensamento teórico. Para tanto, a AOE envolve diferentes ações, dentre elas a elaboração da Situação Desencadeadora de Aprendizagem (SDA), visto que precisa contemplar a gênese do conceito, reconstruir a necessidade histórica humana que motivou sua criação.

A **situação desencadeadora de aprendizagem** constitui-se na objetivação da atividade de ensino, a qual contempla a elaboração e da solução coletiva e a gênese do conceito. Para que a aprendizagem torne-se significativa a atividade de ensino deve desencadear uma atividade de aprendizagem. Pressupõe-se que o professor **crie necessidade no aluno de se apropriar dos conhecimentos teóricos** (MORAES, 2008, p. 99, grifos da autora).

O problema desencadeador não é apenas um problema prático, mas deve ser composto por um problema de aprendizagem³³ que, mobiliza a aprendizagem dos conhecimentos teóricos. Assim, o objetivo central da SDA é,

[...] desencadear a necessidade de apropriação do conceito pelo aluno, de modo que suas ações sejam realizadas na busca da solução do problema mobilizadas pelo motivo real desta atividade - apropriação dos conhecimentos. Só assim, o sujeito se encontrará em atividade de aprendizagem (MORAES, 2008, p. 101).

Para alcançar seu objetivo, as SDAs se caracterizam como procedimentos metodológicos que mobilizam a história do conceito a ser estudado. Elas podem ser materializadas por meio de jogos, situações emergentes do cotidiano e história virtual do conceito. Elas podem ser definidas como,

[...] o jogo com propósito pedagógico pode ser um importante aliado no ensino, já que preserva o caráter de problema. [...] O que devemos considerar é a possibilidade do jogo colocar a criança diante de uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo homem ao lidar com conceitos matemáticos. [...] A problematização de situações emergentes do cotidiano possibilita à prática educativa a oportunidade de colocar a criança diante da necessidade de vivenciar soluções de problemas significativos para ela. [...]
É a história virtual do conceito porque coloca a criança diante de uma situação problema semelhante àquela vivida pelo homem (no sentido genérico) (MOURA; LANNER DE MOURA, 1998, p. 12-14, grifos nossos).

Destacamos o jogo, com o intuito de concentrarmos nossa discussão na SDA que empregamos nesta pesquisa. Fizemos a escolha por trabalhar com o jogo, enquanto recurso metodológico, por ser um instrumento imprescindível para a humanização da criança, visto que, por ele a criança se socializa, se diverte e aprende. Certificamos que por meio do jogo,

[...] a criança passa a um mundo desenvolvido de formas supremas de atividade humana, a um mundo desenvolvido de regras das relações entre as pessoas. [...] Nesse sentido, por muito que se pondere a importância do jogo, dificilmente ela poderá ser

³³ Moraes (2008, p. 99), aborda a diferença entre esses tipos de problema, embasada em Rubtsov (1996), dizendo que “[...] Um problema concreto prático busca modos de ação em si, a aquisição de uma ação para resolução de uma situação específica particular; já no problema de aprendizagem, o aluno se apropria de uma forma de ação geral, que se torna a base de orientação das ações em diferentes situações que o cercam”.

superestimada. O jogo é escola de moral, não de moral na ideia, mas de moral na ação. O jogo também reveste de importância para formar uma coletividade infantil bem ajustada, para inculcar independência, para educar no amor ao trabalho, para corrigir alguns desvios comportamentais em certas crianças e para muitas coisas mais. Todos esses efeitos educativos se baseiam na influência que o jogo exerce sobre o desenvolvimento psíquico da criança e sobre a formação da sua personalidade (ELKONIN, 1998, p. 420-421).

Evidenciarmos a importância do jogo para o desenvolvimento humano³⁴ da criança, não retira a importância e a necessidade de se organizar o ensino considerando todos os tipos de situações desencadeadoras de aprendizagem, pelo contrário, demonstra a extensão do assunto e as particularidades de cada um dos tipos de SDA's.

De acordo com os estudos de Elkonin (1998), o jogo de papéis é a *atividade dominante*³⁵ na faixa etária de quatro a seis anos, pois, se caracteriza como “[...] uma atividade em que se reconstroem, sem fins utilitários diretos, as relações sociais” (ELKONIN, 1998, p. 19). Mas, após essa idade o jogo continua possibilitando mudanças psíquicas essenciais, uma vez que,

[...] a criança aprende e desenvolve suas estruturas cognitivas ao lidar com o jogo de regra. Nesta concepção, o jogo promove o desenvolvimento, porque está impregnado de aprendizagem. E isto ocorre porque os sujeitos, ao jogar, passam a lidar com regras que lhes permitem a compreensão do conjunto de conhecimentos veiculados socialmente, permitindo-lhes novos elementos para aprender os conhecimentos futuros [...] (MOURA, 1996, p. 79-80).

Em outras palavras, por conter em si conhecimentos científicos e por possibilitar que a criança reconstrua situações problemas semelhantes às que o ser humano vivenciou ou vive no cotidiano, o jogo, se caracteriza como um instrumento que mobiliza o processo de humanização. Ao ser utilizado na escola, o jogo passa ter um caráter pedagógico e ao considerar os princípios da Atividade Orientadora de Ensino ele assume a função de SDA. Para tanto, é necessário que o trabalho com ele, busque contemplar elementos como conteúdo, intencionalidade, organização, problematização e sistematização.

³⁴ Ressaltamos a presença de duas concepções de jogo: uma em que ele age para o desenvolvimento humano; em outra que ele é utilizado como um recurso pedagógico. Os dois modos de conceber o jogo não são opostos, pelo contrário, se completam.

³⁵ Entendemos que a atividade dominante é “[...] aquela cujo desenvolvimento condiciona as principais mudanças nos processos psíquicos da criança e as particularidades psicológicas da sua personalidade num dado estágio do seu desenvolvimento.” (LEONTIEV, 2004, p. 293).

Ao tomarmos o jogo como ferramenta do ensino, ele passa a ter novas dimensões, e é isto que nos obriga a classificá-lo considerando o papel que pode desempenhar no processo de aprendizagem. [...] O jogo deve ser jogo do conhecimento, e isto é sinônimo de movimento do conceito e de desenvolvimento. (MOURA, 1992, p. 49).

Isso quer dizer, que o jogo não deve ser apenas um "passatempo", ou ainda uma atividade sem mediação e sem intencionalidade, porque, quando encarado dessa forma, não cumpre a função de desencadear o movimento de aprendizagem. Nessa perspectiva, é relevante ponderarmos a necessidade de uma boa formação e preparação do professor, para que os objetivos possam ser alcançados. Cabe ao docente, conhecer tanto o conteúdo a ser trabalhado como os recursos metodológicos a serem empregados, nesse caso o jogo que se propõe jogar, os conceitos a serem mobilizados na atividade pedagógica.

Por meio do jogo, a criança aprende conceitos científicos, se desenvolve mentalmente, se socializa com outras pessoas e se insere no âmbito das regras de convívio social e coloca em movimento a criatividade e a ludicidade. Nesse sentido, o jogo, enquanto uma SDA, potencializa as capacidades humanas, quando trabalhado de forma organizada, planejada e intencional.

Visto a importância do trabalho com jogos no ambiente escolar, escolhemos o Matcraft, um jogo que se caracteriza como uma SDA, que foi criado por um grupo de pessoas que estudam a organização do ensino de matemática, para ser o objeto documental central da investigação que propomos nesta pesquisa.

O jogo Matcraft, é um jogo de regras, que recria a necessidade de agrupamento que o ser humano teve e tem em seu cotidiano. Acreditamos que, além dos conceitos matemáticos, ao jogar, o Matcraft,

[...] a criança revela um modo de interpretar as várias funções dos sujeitos no universo social, atua segundo uma compreensão de como funciona a natureza e como interagem os sujeitos no seu grupo: participa na construção de regras, de padrões de comportamento, de modo de agir sobre os objetos e, principalmente, desenvolve a linguagem ao trocar significados nos processos interativos que a vida em grupo lhe propicia. (MOURA, 2007, p. 53).

O Matcraft é resultado de estudos sobre os pressupostos da AOE e do ensino de álgebra nessa perspectiva e da proposta davidoviana. O movimento de produção

desse jogo é a concretização de um trabalho coletivo que, a partir dessa base teórica-metodológica, direcionou suas ações de ensino e aprendizagem pensando no contexto de sala de aula. Na próxima seção, caracterizamos a metodologia adotada na pesquisa para efetivar a investigação proposta.

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

“Pesquisar é algo que exige reflexão, rigor, método e ousadia” (COSTA, 2007, p. 150).

Na seção anterior evidenciamos os pressupostos teóricos, fundamentados na THC, que embasam essa pesquisa. Agora, passamos a expor os caminhos metodológicos adotados destacando suas características estruturais. Em seguida, apresentamos o jogo Matcraft (suas regras e o como jogar), bem como o contexto de elaboração do mesmo, já que este é o objeto de análise para discutirmos o ensino da álgebra. Por fim, explicamos os procedimentos utilizados na investigação a partir do Matcraft.

Este estudo é consequência de nossas inquietações pessoais e da baixa quantidade de estudos científicos sobre o trabalho pedagógico com os nexos conceituais algébricos no Ensino Fundamental I, conforme apresentamos anteriormente. Somado a isso, a crítica que expomos ao modelo de metodologias de ensino da matemática que, em sua maioria, seguem a lógica formal, nos mobilizou a construirmos possibilidades pedagógicas que pudessem superar esse padrão hegemônico. Dessa maneira, essa dissertação é um caminho para a materialização da organização do ensino de matemática que defendemos e que evidenciamos neste estudo. Acreditamos que a pesquisa é um ato de buscar respostas a perguntas e problemas colocados na prática social. De acordo com Gil (2007, p. 17), a pesquisa é,

[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Assim, a trajetória do “pesquisar” abrange muitos fatores relacionados ao pesquisador, ao objeto de estudo, as bases teóricas, aos métodos e as técnicas de investigação. Por ser um procedimento sistemático, toda pesquisa deve ter uma metodologia. Essa, por sua vez, pode ser definida como,

[...] o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica (GERHARDT; SOUZA, 2009, p. 12).

Em outras palavras, a metodologia é o caminho, considerando os instrumentos utilizados, que o pesquisador percorre pelas respostas a suas perguntas.

Para investigarmos as inquietações que sustentam esse trabalho, optamos em caracterizá-lo como uma pesquisa bibliográfica documental. A pesquisa bibliográfica é aquela desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros, teses, dissertações e artigos científicos. Certificamos que esse tipo de pesquisa abrange,

[...] toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...] (LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 183).

Nessa perspectiva, podemos dizer que toda pesquisa tem caráter bibliográfico, já que o conteúdo produzido sustenta cientificamente a continuidade dos estudos e da produção de conhecimentos. Ao acrescentar o viés documental à investigação, nossa intenção é, além da consulta a fontes já tratadas cientificamente, analisar os materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que ainda, podem ser reelaborados de acordo com o objeto da pesquisa.

A pesquisa documental compreende o levantamento de documentos que ainda não foram utilizados como base de uma pesquisa. Os documentos podem ser encontrados em arquivos públicos, ou de empresas particulares, em arquivos de entidades educacionais e/ou científicas, em arquivos de instituições religiosas, ou mesmo particulares, em cartórios, museus, videotecas, filmotecas, correspondências, diários, memórias, autobiografias ou coleções de fotografias (MEDEIROS, 2000, p. 37).

O enfoque documental é assegurado, porque analisamos o jogo Matcraft, elaborado por um grupo de participantes da OPM/UEM. Esse jogo se configura,

como denomina Medeiros (2000, p. 37) de "arquivos de entidades educacionais", visto que o jogo foi construído em coletividade e, pertence ao coletivo de participantes da OPM/UEM.

Assim, no próximo tópico apresentamos o jogo Matcraft, resultado de estudos sobre Atividade Orientadora de Ensino, Situações Desencadeadoras de Aprendizagem e a Matemática, evidenciando a concretização de um trabalho coletivo que, direciona nossas ações de ensino e aprendizagem pensando no contexto de sala de aula.

3.1 JOGO MATCRAFT

O Matcraft é um jogo pensado e construído coletivamente por adultos e crianças que tem como um de seus objetivos, ser um instrumento pedagógico em sala de aula de modo mobilizar a aprendizagem dos/as estudantes.

O processo de elaboração³⁶ do nosso jogo sobre os conceitos matemáticos, foi marcado por estudos e discussões, sobre a organização do ensino de matemática e o jogo Minecraft (ponto de partida para o Matcraft). A proposta desse jogo, permite o trabalho com muitas possibilidades de adaptação, considerando as regras e conteúdos que podem ser explorados. Vale destacar que, aprendemos com as crianças que o Minecraft não tem fim, tem sempre uma nova fase para construir coisas diferentes "tem que pensar" segundo eles.

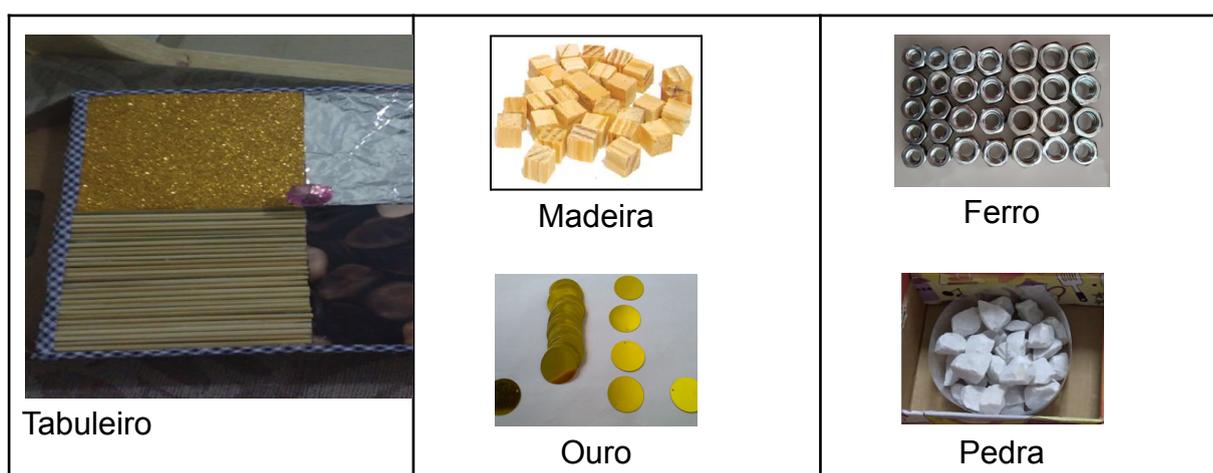
A proposta do Matcraft aqui apresentada nesta dissertação, tem as seguintes regras e o modo de jogar:

- **Público:** alunos dos anos iniciais do ensino fundamental.
- **Objetivos:**
 - Realizar o maior número de trocas para conquistar "diamantes";
 - Construir objetos, casas e castelos com os diamantes conquistados, tal como o jogo original.

³⁶ O processo de elaboração de Matcraft será abordado no item "4.1 Contexto da Elaboração", dessa pesquisa. O relato e análise encontram-se no item "4.2 Nossas intuições: A Elaboração e a Exploração do Matcraft".

- **Conteúdo matemático:** agrupamento.
- **Materiais:**
 - Um tabuleiro dividido em 4 partes iguais com a representação dos elementos: pedra, madeira, ferro e ouro;
 - Em média 30 materiais para representar os elementos presentes no jogo: madeira (cubinhos de madeira), ferro (porcas), ouro (lantejoulas) e pedra (pedras);
 - Feijões ou sementes para serem lançadas no tabuleiro;
 - Caixas e embalagens de tamanhos e formas variadas;
 - Tabela para auxiliar nas trocas.

Figura 4 – Tabuleiro e Objetos do Matcraft.





Diamantes

Fonte: Elaborado pelo autor, com imagens do acervo de fotos do grupo de elaboração do Matcraft/OPM (2020)

- **Regras e como jogar:**

- Organizar grupos com no máximo 4 alunos/as. Cada grupo deve ter um/a aluno/a para promover e auxiliar nas trocas possíveis, tal como no jogo Banco Imobiliário, este é denominado/a de juiz;
- Cada jogador/a, recebe inicialmente, 8 sementes para lançar sob o tabuleiro;
- Após lançar as sementes, o/a jogador/a verifica onde caíram e conquista a quantidade de elementos indicada. Por exemplo, 4 sementes no espaço que representa a madeira e 4 no ferro. Ele conquistará 4 madeiras (palitos de sorvete) e 4 ferros (porcas);
- Se alguma semente ficar posicionada entre dois elementos (ficando em cima da reta que divide os elementos no tabuleiro), essa semente não será contabilizada para nenhum dos elementos;
- A cada 4 elementos diferentes conquistados troca-se por 1 diamante (representado pelas caixas e embalagens). As trocas podem ser feitas, após cada jogada ou no final de 4 rodadas, dependendo da escolha do/a jogador/a;

- Os/as participantes e o/a juiz podem auxiliar nas trocas. A ideia é assegurar a interação e a aprendizagem coletiva;
- Para auxiliar nas trocas com materiais manipuláveis será fornecida a seguinte tabela para cada jogador/a;

Quadro 6 – Tabela de Acompanhamento de Trocas do Matcraft.

Jogador (a): _____	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada					
2ª Jogada					
3ª Jogada					
4ª Jogada					
SOMA p/ Trocas					
Sobra de Elementos					

Fonte: Acervo do grupo de elaboração do Matcraft.

- Ao final de 4 rodadas, com os diamantes conquistados, o grupo tem o desafio de construir coletivamente algo, com o tempo previsto controlado pelo/a juiz. A intenção é não perder o lúdico e explorar o potencial criativo dos/as estudantes no processo de ensino e aprendizagem da matemática;
- Vence o grupo que conseguir realizar as construções no tempo estipulado. Lembramos que nossa intenção não é enfatizar a vitória, mas oportunizar a compreensão do conceito de agrupamento, a criatividade, a interação e a ludicidade.

Na elaboração do Matcraft, constatamos inúmeras possibilidades de trabalho pedagógico envolvendo não só o conceito de agrupamentos, mas de outros conceitos, em especial pensamos nos nexos conceituais da álgebra e na articulação aritmética-álgebra-geometria. Ao apresentar esse jogo nesta pesquisa, objetivamos identificar possibilidades teórico-metodológicas explorando os nexos conceituais algébricos. Sabemos da necessidade de não secundarizar a articulação entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas, conforme a proposta de Davidov (1982; 1988), mas essa articulação só é possível quando a essência dos conceitos que compõem cada uma dessas significações é conhecida pelo professor. Nesse caminho, no próximo tópico, apresentamos o contexto de elaboração do Matcraft,

relatando e descrevendo o ambiente de estudo e discussões que possibilitou a criação do jogo.

3.2 O CONTEXTO DE ELABORAÇÃO

O Jogo Matcraft foi elaborado em um trabalho coletivo, realizado durante os estudos na Oficina Pedagógica de Matemática – OPM – (UEM/Maringá). De acordo com Santos, Arrais e Moya (2021), a OPM na UEM é desenvolvida como projeto de extensão desde 2011, porém, ela teve início na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), no final dos anos 1980. Na sua criação, ela se caracterizava como um projeto relacionado ao Laboratório de Pesquisa Ensino em Educação Matemática. Posteriormente, a Oficina passou a ser vinculada às ações do Grupo de Pesquisa sobre Atividade Pedagógica (GEPAPe). Atualmente, existem Oficinas Pedagógicas de Matemática em diferentes universidades: USP (Ribeirão Preto - SP); UEM (Maringá - PR); UFPR (Curitiba - PR). Isso faz da OPM um projeto que interliga universidades e promove a conexão entre seus participantes em um coletivo que corresponde ao GEPAPe. A OPM/UEM constitui-se em uma das ações do Grupo de Ensino e Pesquisa "Trabalho Educativo Escolarização" (GENTEE/CNPq).

Acometidos pelas medidas de enfrentamento da Pandemia da Covid-19³⁷, durante o ano de 2020, os encontros da OPM/UEM realizaram-se de forma remota, sem perder os objetivos do grupo de discutir o conceito de AOE e seus elementos constituintes voltados à organização do ensino de matemática. Nesse período, o grupo se organizou em subgrupos voltados cada uma das modalidades de ensino (educação infantil, anos iniciais do ensino fundamental e anos finais do ensino fundamental) que o/a pedagogo/a pode atuar e, também, é o foco de atuação dos/as participantes. A proposta foi de elaborar uma SDA que contemplasse a Atividade Orientadora de Ensino e suas características constituintes.

³⁷ Infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global, que surgiu na China em 2019 e afetou todo o mundo a partir do ano de 2020 (OPAS, 2020).

Foram realizados, no decorrer de alguns meses, vários encontros via plataforma Google Meet com a duração aproximada de 60 a 120 minutos cada um, para os estudos teóricos, discussões, reflexões e debates até chegarmos à versão final. Os encontros do subgrupo ocorreram quinzenalmente aos sábados e, eram gravados e disponíveis para os/as participantes do subgrupo que não pudessem participar ou desejassem rever.

O grupo dos anos iniciais do ensino fundamental, responsável pela proposta do Matcraft, foi composto por 15 pessoas³⁸ entre professores e professoras da educação básica, graduandos/as e pós-graduando/as³⁹. Foi criado, também, um grupo no aplicativo de mensagens WhatsApp para facilitar a comunicação, as trocas de ideias, dúvidas, materiais e experiências pedagógicas, que enriqueceram o trabalho que estava sendo elaborado.

Durante os estudos e as discussões buscamos a unidade entre um conteúdo matemático e a forma de ensinar. Muitas propostas, ideias e possibilidades foram pensadas, caracterizando um movimento de idas e vindas, em torno de algumas propostas pensadas, que após reflexões e debates, pareciam não atender os objetivos do grupo.

O grupo decidiu materializar uma SDA direcionada ao conceito de agrupamento, em razão de uma das professoras participantes, ter exposto dificuldades vivenciadas em sua sala de aula com esse conteúdo. A preocupação constante entre os/as participantes era que, os recursos metodológicos, tais como: a história virtual, o jogo ou a situação emergente do cotidiano não fossem utilizadas como pretexto e alterasse o sentido e significado da SDA na organização do ensino. Em meio às discussões, refletimos em qual momento a humanidade criou o conceito de agrupamento e quais seriam as situações em que esses a contagem em grupos foi e, ainda é, necessária, buscando compreender o movimento lógico-histórico do conceito. Essas discussões problematizaram cada vez mais as proposições que o próprio grupo fazia e criavam novos motivos para pensar a organização do ensino.

³⁸ O grupo que participou da elaboração do Matcraft foi composto por: Camila de Lima Santos, Veronice Quaresma Valente, Lilia R. De Mira Sola, Nathalia Sgarbossa Pires, Tayna Eduarda da Silva Matos, Eliana Pizani Leocádio Corrêa, Joelma Fátima Castro, Edilson Araújo dos Santos, Géssica Cristina, Jhenifer Licero, Bianca da Silva Lopes, Daniela Quirino, Luciana Andrioli, Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais e Diogo Almeida e Silva.

³⁹ Nos **apêndices** desta dissertação apresentamos os Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que nos autoriza a analisar o jogo Matcraft e relatar seu processo de construção. Os termos estão devidamente preenchidos e assinados por cada um/a dos/as membros/as do grupo que elaborou o Matcraft.

O grupo buscava elaborar algo que estivesse no cotidiano das crianças, que despertasse seu interesse, mobilizando-os a pensar sobre o agrupamento (encontro com o conceito). Ressaltamos que, no momento da pesquisa, os alunos estavam impossibilitados de frequentar presencialmente as aulas e estavam muito tempo expostos às tecnologias. A necessidade de voltar o interesse deles para aprender matemática, mesmo que as condições se apresentassem tão adversas, foi mais um desafio.

Diante disso, os/as participantes do grupo, passaram a observar crianças (filhos, sobrinhos, vizinhos, afilhados...) para identificar o que ocupava mais o tempo deles e o porquê desse interesse. Nessas observações, percebemos que o Minecraft, em diferentes faixas etárias, atraía a atenção das crianças e, quando as consultamos, elas apontaram o jogo como algo “muito legal”, “irado”, “divertido”, em síntese, “o melhor” segundo a opinião dos nossos maiores especialistas, as crianças.

Assim, o grupo foi, então, pesquisar mais sobre o jogo Minecraft. Constataram que, esse jogo tem várias versões diferentes e modos de jogar. Os jogadores podem interagir, construir mundos e criar regras, dentre outras ações e operações envolvidas. O objetivo do jogo é “[...] montar blocos e sair em aventuras, ele se passa em mundos infinitamente gerados de terreno aberto – montanhas geladas, rios pantanosos, vastas pastagens e muito mais – repleto de segredos, maravilhas e perigos” (MINECRAFT, 2021, online). Sobre a repercussão desse jogo é possível afirmar que:

[...] é um dos títulos mais clássicos do universo dos games, modificando toda uma geração de jogadores e produtores de conteúdos. Lançado em 2009, ainda é um fenômeno como o título com mais visualizações do YouTube ainda em 2020. [...] o game conta com 140 milhões de usuários ativos em 2021, com mais de 238 milhões de cópias vendidas até o momento (WAKKA, 2021, online).

Esses números evidenciam o alcance do jogo entre pessoas de diferentes idades, em especial aquelas em início de escolarização sendo a grande parcela dos jogadores. Esse jogo tem versões que são pagas, com a comercialização de alguns elementos que ajudam a qualificar as construções, porém há versões gratuitas disponíveis para download, com censura livre para todas as idades que permitem

que as pessoas possam jogá-lo, sendo necessário para acessá-lo smartphones e computadores.

Em algumas versões o Minecraft pode ser jogado offline, porém ele é hospedado em uma plataforma própria na internet, o que permite que seus jogadores interajam online enquanto jogam. Não podemos assegurar que esse jogo esteja disponível a todas as crianças, pois sabemos que no contexto social de nosso país, as famílias têm condições sociais extremamente diferentes, assim como desigual o acesso aos recursos tecnológicos, mas, destacamos que, com as condições sociais mínimas, o jogo pode ser realizado.

É importante salientar que cada participante do grupo de trabalho contribuiu de forma única na elaboração do jogo, seja nas discussões e justificativas, na confecção dos materiais necessários, no ato de colocar o jogo em prática e levar os resultados para ser avaliado, na reorganização dos encaminhamentos, dentre tantas outras ações realizadas. Esse coletivo se colocou em atividade e o resultado foi o jogo que denominamos de Matcraft, fazendo uma relação com a matemática e com o ponto de partida adotado na elaboração da SDA, o Minecraft.

A partir desta breve contextualização, no próximo tópico, apresentamos os critérios para as análises feitas a partir do processo de elaboração do Matcraft e do desenvolvimento do jogo.

3.3 TRAJETÓRIA DE ANÁLISE

Conhecer o jogo, suas regras e seu modo de jogar é um passo importante para compreender a trajetória da análise desse recurso metodológico para o ensino de matemática. Certificamos que uma análise científica é constituída por um método científico que “[...] envolve técnicas exatas, objetivas e sistemáticas. Regras fixas para a formação de conceitos, para a condução de observações, para a realização de experimentos e para a validação de hipóteses explicativas” (FONSECA, 2002, p. 11). Isto é, o método e as técnicas de pesquisas sistematizam o estudo para se alcançar os resultados.

De acordo com Oliveira (2011), se o método é compreendido como o caminho da pesquisa, as técnicas podem ser abordadas como o modo de caminhar. Nesta

perspectiva, escolhemos desenvolver esta análise por meio de duas categorias: analisar o *processo de elaboração* e o *desenvolvimento do Matcraft*, relacionando-o com nosso referencial teórico, a fim de evidenciar possibilidades de organização do ensino de matemática a partir da articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas, bem como, constatar a presença dos nexos conceituais algébricos. Acreditamos que esses princípios possibilitam um ensino de matemática com foco na álgebra.

Assim, na sequência, apresentamos o caminho que traçamos para a análise jogo Matcraft, organizada nas categorias: **processo de elaboração do jogo** e o **jogo em desenvolvimento**.

Com a primeira categoria, abordaremos o **processo de elaboração**, na qual será relatado a trajetória percorrida pelo o grupo de elaboração do Matcraft, procurando explorar e compreender:

- Como o grupo de participantes da OPM/UEM pensou o jogo no ensino de matemática, as tentativas para articular as significações aritméticas, algébricas e geométricas do conhecimento matemático (DAVIDOV, 1988);
- Como identificar a presença dos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004).

Em seguida, na segunda categoria, a análise se volta ao **jogo em desenvolvimento**, observando as jogadas e possíveis relações dos/as jogadores/as com o Matcraft. Nesse caso, pontuamos as situações destacando:

- a articulação entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas;
- a presença dos nexos conceituais algébricos.

Dessa forma, na próxima seção apresentamos as análises e discussões em direção a possibilidades de mobilizar o ensino de álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos no Ensino Fundamental I.

4. O JOGO MATCRAFT E O ENSINO DA ÁLGEBRA: UMA POSSIBILIDADE

O jogo Matcraft, inicialmente foi pensado para trabalhar o conceito de agrupamento. Entretanto, atentos ao nosso olhar investigativo observamos o potencial nele enquanto uma Situação Desencadeadora de Aprendizagem, fundamentada no conceito de Atividade Orientadora de Ensino, que possibilita a organização do ensino de matemática por meio da articulação entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas do conhecimento matemático, e a mobilização do trabalho com os nexos conceituais da álgebra.

A criação do Matcraft, teve a OPM/UEM como espaço formativo e envolveu um movimento de estudo, reflexão e prática. A seguir expomos a primeira categoria de análise, o processo de elaboração do Matcraft, momento em que apresentamos o relato de elaboração desse jogo articulado com uma discussão analítica dessa trajetória, com o objetivo de evidenciar como o grupo de participantes pensou o jogo no ensino de matemática, as tentativas para articular as significações aritméticas, algébricas e geométricas do conhecimento matemático (DAVIDOV, 1988), e destacar a presença dos nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004).

4.1 O MOVIMENTO DO JOGO: A ELABORAÇÃO DO MATCRAFT

O processo de elaboração do Matcraft foi uma materialização do ato de pesquisar, já que consideramos as opiniões das crianças e nos debruçamos em estudos referentes ao jogo original no intuito de ensinar matemática. O grupo optou em ampliar as possibilidades de aprendizagem mobilizando o interesse dos estudantes para o conceito de agrupamento, em um primeiro momento. Porém, como estávamos estudando e construindo uma pesquisa a partir das proposições davidovianas e os nexos conceituais algébricos e, também participando do processo formativo da OPM/UEM, passamos a observar e questionar como o Matcraft poderia ser fazer parte de uma proposta didática que possibilitasse a articulação das significações aritméticas, algébricas e geométricas, conforme aponta Davidov (1988) e o trabalho com os nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004).

Nesse sentido, tivemos o apoio e explicações sobre o Minecraft (Figura 5) com quem mais conhece: as crianças⁴⁰. Filhos, afilhados e alunos dos/as participantes que compuseram o grupo de trabalho, nos ajudaram e orientaram sobre o jogo, regras e objetivos. As crianças interagiram conosco, participando de alguns encontros, enviando vídeos e áudios, para nos ensinar a jogar.

Figura 5 – Foto de divulgação no Minecraft.



Fonte: Site oficial do jogo: <<https://www.minecraft.net/pt-pt>> Acesso em: 04 abr. 2022.

Nesse momento da elaboração do Matcraft, conhecemos e exploramos o jogo original a partir da mediação e interação com as crianças. Constatamos que, o jogo original por si só, possibilita o trabalho com os conceitos matemáticos e oportuniza a articulação de elementos da geometria, da aritmética e da álgebra.

Ao analisar a foto de divulgação oficial do jogo (Figura 5) e a descrição do jogo (feita no tópico anterior), observamos em relação à geometria, que o cenário, os personagens e demais aspectos que compõem o Minecraft, são formados de conceitos geométricos (retas, figuras, sólidos, entre outros). Verificamos que o jogo

⁴⁰ Relatamos a participação de crianças no processo de elaboração do Matcraft no item 3.2 desta pesquisa.

pode ser o ponto de partida para o trabalho educativo de matemática, porque “[...] o ensino da geometria em Davidov se inicia com as ideias conceituais de ponto, reta e segmento, gênese de todas as figuras e corpos geométricos e, inclusive, do lugar geométrico do conceito de número” (ROSA, 2012, p. 89).

Ao pensarmos na aritmética, identificamos como elementos de quantificação e representações numéricas, por exemplo, a contagem de corações (representam a quantidade de vida); de pontos de fome (representam a força do jogador/a e implicam na quantidade de vida); o controle de quantidades de elementos, armaduras, objetos e armas; ou ainda os Minecoins, que se caracterizam como “[...] um tipo de moeda do jogo que você pode usar para comprar capas, pacotes de texturas, mundos e muito mais” (MINECRAFT, 2022, p.1), tal qual um sistema monetário do jogo, vendidos nas plataformas digitais e no site oficial. As operações aritméticas também podem ser destacadas nas relações de compra dos Minecoins e nas trocas dos elementos por ferramentas, etc. ao exigir a quantificação, contagem e as operações aritméticas.

Já, com a álgebra, no Minecraft podemos relacioná-los pelos aspectos de generalização e abstração. No jogo, para a construção de objetos e armas é necessário ter os elementos (pedra, madeira, ferro, ouro e diamante), e com um elemento pode-se trocar por outros itens, ferramentas e armas. Por exemplo, no jogo, o personagem cava o território e consegue juntar elementos e objetos. Ao juntar e agrupar consegue fazer trocas, como: com 1 madeira, pode ser trocada por 4 tábuas; 2 madeiras, por 8 tábuas etc.

Constatamos que há um sistema sucessivo de trocas no Minecraft, de modo que uma certa quantidade de madeiras, troca-se por tábuas. Com algumas tábuas é possível trocar por um graveto, que serve para construir algumas ferramentas. Com vários gravetos troca-se por outro objeto, e assim por diante. Pelo exemplo, identificamos um aspecto generalizante, que poderia ser descrito por meio da seguinte fórmula geral: $t = 4 \cdot m$, na qual t simboliza a quantidade de tábuas e m a de madeiras. Isso quer dizer que a quantidade de tábuas é o quádruplo da quantidade de madeiras.

O interessante é perceber que essas relações se multiplicam quando relacionamos os elementos entre si e entre as possibilidades de trocas e construções, em que demonstra as características de abstração, generalização, variável (potencializando o trabalho com os nexos conceituais algébricos) e outros

aspectos da álgebra. Em conformidade com Vigotski (2001), percebemos que o trabalho educativo com a álgebra eleva ao nível superior o pensamento matemático, sendo possível desenvolver uma visão mais livre, mais abstrata e generalizada teoricamente, mobilizando o pensamento da criança a um nível mais generalizado.

Essas possibilidades identificadas no Minecraft de explorar as significações aritméticas, algébricas e geométricas, do conhecimento matemático, só foram percebidas a partir da interação com as crianças, as conhecedoras do jogo. O diálogo com elas e os estudos sobre o Minecraft nos possibilitou reconhecer os nexos conceituais algébricos. Esse processo demonstra nosso movimento de aprendizagem, já que “[...] É na relação do sujeito com o meio físico e social, mediada por instrumentos e signos (entre eles a linguagem), que se processa o seu desenvolvimento cognitivo” (MOURA et al. 2010, p. 208). A interação com as crianças nos possibilitou compreender o universo digital em que o jogo estava inserido. Elas participavam explicando regras, avaliando nossas propostas, sugerindo mudanças e fazendo alertas como: “Isso não é legal”; “Assim fica chato!”; “Tá errado, porque o diamante vale mais. Não pode!”. Em outras palavras, é possível dizer que as crianças assumiram a função do ensino e nós, participantes do grupo, a função de aprendizagem, o que nos constituiu como sujeitos em atividade (MOURA et al. 2010).

Preocupados em assegurar os aspectos lúdicos e desafiadores do jogo, uma vez que, articulado aos nossos objetivos, percebemos que ele poderia “[...] facilitar a mobilização e o desejo pelos alunos de realizar as atividades propostas pelo professor, já que, do ponto de vista do aluno, essas se tornam mais agradáveis” (LACANALLO, 2011, p. 57).

As crianças contribuíram para compreendermos que os objetos preciosos presentes no jogo (pedra, madeira, ferro, ouro e diamante), são objetos encontrados no mundo material e têm valores diferentes. Consequentemente, elas nos ajudaram a pensar nos critérios de agrupamento e de trocas para o Matcraft.

A lógica era que os objetos tivessem valores diferentes de acordo com os elementos representados de modo que um valesse mais que o outro, ou seja: a madeira deveria ter um valor menor que a pedra; a pedra menor que o ferro; o ferro menor que o ouro, o ouro e todos os outros elementos valerem menos que o diamante. Isso não poderia ser alterado, já que era a lógica, de acordo com as

crianças. Propusemos que tivéssemos uma sequência de valor no ambiente virtual do jogo para os materiais a serem usados nas construções.

Neste momento da elaboração do jogo, esbarramos em conceitos essenciais do conhecimento matemático: a quantificação dos elementos. Atribuímos a eles uma grandeza, que posteriormente se tornaria representada também, numericamente. Neste momento observamos a presença da **interdependência**, entre cada elemento do Matcraft, um dos nexos conceituais da álgebra (SOUSA, 2004). Assim, cada elemento depende do outro para ter seu determinado valor, demonstrando que, tal como na vida real, no jogo “[...] as coisas estão relacionadas umas com as outras” (CARAÇA, 1951, p. 109).

Atribuídos os valores, pelos/as integrantes do grupo de elaboração, tínhamos uma cadeia de trocas, pois o/a jogador/a teria que agrupar vários objetos iguais, para efetuá-las por um de maior valor, até chegar ao objeto final que seria o diamante (elemento mais valioso). O grupo de elaboração do jogo demonstrou insatisfação neste tipo de organização dos valores dos elementos, na forma do agrupamento e das trocas, porque ficaria muito parecido com outros jogos, sendo preciso repensar essa regra do jogo.

O processo de elaboração do Matcraft, bem como de qualquer outra SDA, deve fluir e considerar o movimento de repensar, de voltar e modificar aquilo que não está de acordo com o objetivo que se propõe cumprir. E nessa trajetória certificamos a presença de outros nexos conceituais algébricos: **movimento** e **fluência**. O movimento é aquele que mobiliza transformações e mudanças, isto é, contrapõe-se a ideia de algo fixo, pronto e inalterado, de acordo com Sousa (2004). No Matcraft, percebemos modificações no ato de repensar as regras e o modelo de agrupamento dos objetos e elementos do jogo, já que da forma que estava sendo montado não estava agradando o grupo. A fluência reforça a mutabilidade das coisas, pois elas fluem, se transformam, tudo é diferente do que era a um momento atrás. Também foi dessa forma na elaboração do jogo, as opiniões de cada um dos/as participantes do grupo eram pensadas, lançadas e debatidas, não havia certo ou errado, mas tínhamos conversas fluindo. As ideias também são assim, elas se transformam, se modificam, de modo que, a todo o momento, tudo é uma coisa nova (CARAÇA, 1951).

Conforme as ideias foram fluindo e as regras foram revistas, surgiu uma nova proposta para trabalhar o agrupamento e as trocas no Matcraft. Os elementos:

madeira, pedra, ferro e ouro teriam o mesmo valor. Esses elementos seriam representados por os objetos, da seguinte forma: madeira → cubinhos de madeira; pedra → pedras; ferro → porcas de parafuso; ouro → lantejoulas.

A regra da troca seria a seguinte: **a cada 4 objetos agrupados, sendo um de cada elemento, a troca por 1 diamante seria realizada**. Dessa maneira, quanto mais grupos de 4 objetos, mais trocas seriam efetuadas e mais diamantes conquistados para serem empregados nas construções. Esta forma de realizar o agrupamento e as trocas, manteve o nexos conceitual algébrico de interdependência entre os elementos, pois sem um deles não seria possível trocar e conquistar diamantes.

Essa relação de 4 objetos (um de cada elemento) para 1 diamante, revela a conexão com o nexos conceitual de **número** (SOUSA, 2004), responsável pela representação numérica, contagem e as relações com as grandezas envolvidas a partir de um movimento de generalização. Isso porque, se um/a jogador/a tiver 8 objetos, 2 de cada elemento, poderia fazer 2 trocas e conquistar 2 diamantes. Do mesmo modo que, se tivesse 12 objetos, 3 de cada elemento, seria possível 3 trocas e, conseqüentemente, 3 diamantes. Esse movimento de generalização nos remete ao nexos conceitual de **variável**, que representa algo mutável, oscilante e volátil, que de certo modo, tem uma relação de dependência de outros elementos. Isso quer dizer que não é possível fazer uma troca sem relacionar os objetos dos quatro elementos do jogo. Nesse caso, o total de trocas e de diamante pode variar conforme a quantidade de elementos que o jogador/a conseguir ao lançar suas sementes no tabuleiro.

Entretanto, embasados por Sousa (2004), sabemos que o conceito de variável está diretamente relacionado ao **campo de variação**, que corresponde ao espaço de atuação da variável, o qual também se faz presente no jogo. Desse modo, o campo de variação presente nas trocas do Matcraft configura-se como o conjunto dos números naturais, visto que estamos trabalhando com a contagem de objetos e elementos. Vale destacar que, essa contagem refere-se a uma grandeza discreta que não admite representações fracionárias, decimais ou negativas.

Por fim, esse processo de generalização pode ainda ser representado por uma situação algébrica que resulta em uma expressão demonstrando a presença do nexos conceitual de **álgebra não-simbólica**, que não trabalha com letras na representação das incógnitas e variáveis (SOUSA, 2004). A situação poderia ser a

seguinte: *A quantidade de diamante seria dada pela quantidade de objetos⁴¹ dividido por 4 que é a quantidade de elementos⁴²*. Por exemplo: se tivesse 4 objetos (um de cada elemento) dividido por 4 (número de elementos), teríamos 1 diamante; ou se tivesse 8 objetos (dois de cada elemento) dividido por 4 (número de elementos), conseguiríamos 2 diamantes; e assim sucessivamente⁴³.

Neste momento de análise, constatamos a presença dos nexos conceituais algébricos presentes no processo de elaboração do Matcraft, durante a discussão vivenciada no grupo de trabalho. Criar os critérios de agrupamentos e de trocas, são características de estruturação do jogo que, exigiu e mobilizou em nós (participantes do grupo de elaboração do jogo), paciência, diálogo, estudo e domínio dos conceitos matemáticos abordados.

A próxima etapa proposta pelos/as participantes do grupo do Matcraft, foi a criação da figura de um “juiz”, que auxiliaria os/as jogadores/as a realizarem as trocas corretamente, podendo este ser o/a docente ou um/a aluno/a que possa auxiliar nos cálculos. Essa função é importante, pois quem coordena e orienta o jogo e auxilia nas trocas tem a possibilidade de orientar e fazer provocações ou indagações, colocando em movimento, o pensamento das crianças. Nesse sentido, caberia a esse juiz, dominar os conhecimentos matemáticos envolvidos no jogo para que pudesse interferir durante ele buscando promover o processo de ensino e aprendizagem.

Outro movimento realizado pelos/as professores/as participantes do grupo da OPM/UEM foi a etapa da sistematização das regras, objetivos, quantidade de equipes e de jogadores/as e a escolha do prêmio para quem agrupasse e fizesse as trocas explorando a criatividade e o lúdico tão indispensáveis ao desenvolvimento psíquico.

O jogo elaborado por nós só não manteve as relações de si com as significações aritméticas, algébricas e geométricas do conhecimento matemático, como também explorou, desde sua criação, nexos conceituais algébricos. É importante enfatizarmos que a participação das crianças ao nos explicar e orientar,

⁴¹ Entendemos por objeto os materiais do Matcraft, ou seja, os pedaços de madeira, as pedras, as porcas e as lantejoulas.

⁴² Os elementos são a “matéria-prima” dos objetos, isto é, a madeira, a pedra, o ferro e o ouro.

⁴³ Essa situação por ser generalizada e representada simbolicamente pela expressão $D = x : 4$, na qual D seria a quantidade de diamantes; x a quando de objetos agrupados, tendo que ser o x múltiplo de 4 e de 0, já que só é possível agrupar um objeto de cada elemento; e 4 o número de elementos. Com essa expressão é possível descobrir diversas quantidades de diamantes possíveis de serem conquistadas, se soubermos quantos objetos foram agrupados

configurou um movimento de interação e diálogo indispensável à elaboração da SDA. Esse destaque não poderia deixar de ser feito, pois sem a participação delas essa sistematização não seria possível da forma como foi feita.

Um dos princípios da AOE (MOURA et al. 2010) é que, alunos/as e professores/as se coloquem em atividade e, vivenciar isso como sujeitos, foi uma aprendizagem para nossa vida profissional, enquanto docentes. Destacar esse movimento é evidenciar o quanto ele é importante e necessário no próprio processo de escolarização, em especial, por nós professores/as, pois nos permite ressignificar muito sobre nossa atuação em sala de aula e na relação com os/as estudantes e com o conhecimento.

Nessa análise, a presença dos nexos conceituais algébricos no processo de criação desta SDA pode ser reconhecida. O Matcraft, pode ser um instrumento que mobiliza inúmeras possibilidades de trabalho pedagógico com os conceitos matemáticos superando os modelos de ensino organizados pela lógica tradicional, materializa possibilidades de articulação aritmética-álgebra-geometria e a exploração dos nexos conceituais algébricos.

No próximo tópico, abordamos a segunda categoria, o jogo em desenvolvimento, uma análise do jogo em andamento relacionado às jogadas dos/as participantes, para compreendermos como o Matcraft pode materializar uma forma de organização do ensino de matemática.

4.2 MATCRAFT: DO JOGO À APRENDIZAGEM

Preservar os elementos do jogo original Minecraft, no Matcraft nos possibilitou manter outras características estruturais. O Minecraft, pode ser por si só, um instrumento pedagógico que contém em sua composição, conceitos matemáticos relacionados às significações aritméticas, geométricas e algébricas. Nesta perspectiva, a seguir pontuamos em quais momentos do desenvolvimento do Matcraft é possível constatar tais relações.

- **Aritmética:**

Durante o Matcraft, no desenrolar das jogadas, das trocas de objetos por diamantes observamos inúmeras possibilidades de situações em que as crianças, ao manipularem os materiais do jogo, se deparam com a necessidade de contagem, seja do número de sementes a serem lançadas, de sementes que caíram em cada elemento, ou ainda de elementos usados para agrupar, além das operações de adição e subtração nas trocas de objetos para conseguir o diamante, dentre outras situações. Certificamos que,

A Aritmética faz parte da cultura dos povos desde os tempos antigos, tendo sido desenvolvida para atender às necessidades de comunicação e quantificação. Na história das civilizações, os povos a criaram e a recriaram sob roupagens diferentes, utilizando essencialmente os mesmos processos matemáticos modificados ao longo do tempo (LORENZATTI, 2012, p. 13).

Dessa maneira, o Matcraft recria a necessidade de contagem, de quantificação e de operar com as quantidades assim como o ser humano fez durante o percurso histórico de criação desses conceitos. É preciso que, em sala de aula, se oportunizem aos estudantes, experiências de quantificação de objetos e fenômenos que fazem parte da vida das pessoas, já que compreendemos que,

[...] o estudo da Aritmética é uma necessidade para prover a organização adequada da sociedade e oferecer oportunidades para o indivíduo desenvolver processos matemáticos inerentes à sua estrutura lógica mental. Portanto, cabe à escola, também, oportunizar o desenvolvimento das competências aritméticas, ou seja, contar, calcular e resolver problemas que exijam esses conhecimentos. (LORENZATTI, 2012, p. 13-14).

Cabe à escola ensiná-la de forma organizada e adequada às novas gerações. Nesse caso, o jogo é importante porque, enquanto “[...] a criança joga, apropria-se de maneira mais consciente e generalizada da realidade social na qual está inserida, elevando seu nível de conhecimento, já que em atividades não lúdicas estes conhecimentos lhe são inacessíveis” (LACANALLO, 2011, p. 70). Nesse ponto de vista, o Matcraft, é uma SDA que, de forma lúdica, permite a aprendizagem dos conteúdos matemáticos sem secundarizar sua dimensão lógico-histórica.

- **Geometria:**

No Matcraft as relações com a geometria não foram excluídas, visto que o grupo de elaboração manteve algumas características do jogo original no Matcraft, como nos mostram as fotos no Quadro 7.

Quadro 7 – Elementos geométricos no Matcraft.

Materiais do Tabuleiro	Algumas relações com o Geometria
<ul style="list-style-type: none"> ● Tabuleiro 	<ul style="list-style-type: none"> ● Objeto com a forma de um quadrado; ● Subdivido em 4 quadrados, feitas com retas para garantir espaços iguais; ● Presença de ângulos; ● Cálculo de área e perímetro.
<ul style="list-style-type: none"> ● Sementes de Girassol 	<ul style="list-style-type: none"> ● Elemento natural sólido; ● Não polígono; ● Forma oval; ● Comparação entre polígonos e não polígonos.
<ul style="list-style-type: none"> ● Madeira 	<ul style="list-style-type: none"> ● Faces compostas por quadrados e na composição total formação de um cubo; ● Presença de ângulos retos, arestas, faces e vértices ● Cálculo de área e perímetro e volume.
<ul style="list-style-type: none"> ● Pedra 	<ul style="list-style-type: none"> ● Elemento natural sólido; ● Não polígono; ● Diversas formas não-regulares; ● Comparação entre polígonos e não polígonos.

Peças do jogo	Algumas relações com o Geometria
<ul style="list-style-type: none"> • Ferro 	<ul style="list-style-type: none"> • Formas geométricas variadas e não convencionais; • Presença de ângulos internos.
<ul style="list-style-type: none"> • Ouro 	<ul style="list-style-type: none"> • Não polígono; • Corpo arredondado; • Comparação e diferença entre círculo e circunferência; poliedros e não poliedros; • Cálculo de área, ângulos, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Diamantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sólidos geométricos variados; • Conceitos de: faces, arestas e vértices; • Cálculo de volume, área das faces, quantidade de vértices, faces e arestas.

Fonte: Elaborado pelo autor, com imagens do acervo de fotos do grupo de elaboração do Matcraft.

Percebemos a relação dos materiais do Matcraft com conceitos e conteúdos geométricos. Sabemos que existem outras relações possíveis, visto que são inúmeras e variáveis dependendo dos objetivos do trabalho educativo. Essas relações podem auxiliar no ensino da geometria, ao deixar o ambiente escolar mais lúdico e representativo dos aspectos conceituais. Isso se faz necessário porque a geometria,

[...] é uma das melhores oportunidades que existem para aprender a matematizar a realidade. [...] Com certeza, os números são também um domínio aberto às investigações, e pode-se aprender a pensar através da realização de cálculos, mas as descobertas feitas pelos próprios olhos e mãos são mais surpreendentes e convincentes. Até que possam de algum modo ser dispensadas, as formas no espaço são um guia insubstituível para a pesquisa e a descoberta (FONSECA et al. 2009, p. 92-93).

O Matcraft, possibilita aos alunos, a manipulação de formas geométricas e o contato com elementos da natureza, refletindo sobre as diversas formas presentes na realidade em que estão inseridos. O estudo da geometria pode desenvolver a compreensão das significações aritméticas (medir) e algébricas (generalizar e abstrair) ao estabelecer relações com essas significações. Sobre isso, acreditamos que,

A Geometria é a mais eficiente conexão didático-pedagógica que a Matemática possui: ela se interliga com a Aritmética e com a Álgebra porque os objetos e relações dela correspondem aos das outras; assim sendo, conceito, propriedades e questões aritméticas ou algébricas podem ser classificados pela Geometria, que realiza uma verdadeira tradução para o aprendiz (LORENZATO, 1995, p. 6).

Constatamos que pelo Matcraft, é possível promover a articulação entre as significações aritméticas, algébricas e geométricas. Na sequência, passamos a evidenciar possibilidades de ensinar a álgebra ao articular com os seus nexos conceituais (SOUSA, 2004).

- **Álgebra e os Nexos Conceituais Algébricos:**

Ao longo do nosso trabalho discutimos as características da álgebra e do seu ensino, abordamos possibilidades pedagógicas capazes de superar as concepções que estão de acordo com a lógica formal e o ensino tradicional, as quais opõe-se à concepção de álgebra que defendemos. Nesta perspectiva, acreditamos que os nexos conceituais algébricos propostos por Sousa (2004) são o ponto de partida para esse novo ensino, tal como propusemos com o Matcraft.

Por conta do contexto da Pandemia da Covid-19, não foi possível desenvolvermos o jogo em sala de aula presencialmente. O Matcraft foi jogado com crianças e familiares das pessoas que participaram do grupo de elaboração do jogo, o que nos possibilitou resultados reais e o material que serve de base para a análise a seguir, tendo como base situações de jogos hipotéticos, usando os resultados e os materiais que mencionamos anteriormente.

Partimos com um grupo, o qual chamaremos de Grupo Delta⁴⁴, formado por 4 participantes⁴⁵ (denominados de A, B, C e D), e com um juiz. Assim, o primeiro participante lança as 8 sementes no tabuleiro, que caem da seguinte forma:

Quadro 8 – Primeira jogada do participante A.

Participante A	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	2	1	1	3	---

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Se somarmos o número de sementes da tabela teremos 7, uma a menos das lançadas, pois 1 semente ficou em cima da reta de divisão dos espaços no tabuleiro e não é contabilizada. Pelo Quadro 8 vemos que o participante A pode realizar 1 troca e conseguir 1 diamante e, após a troca, ficaria com:

Quadro 9 – Quantidade de elementos após a primeira troca.

Participante A	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	2	1	1	3	---
Após a troca	1	0	0	2	1

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

As quantidades de elementos que restaram, serão somadas com os elementos conquistados na próxima rodada, o que possibilita ao participante A realizar outras trocas por diamantes. Continuamos a acompanhar o participante A, na segunda rodada e, ao lançar as sementes, ele pensa em quais espaços elas precisam cair para que consiga fazer outras trocas. Ao pensar nessas possibilidades, notamos a existência de um pensamento utilizando a generalização, de modo a estimar quais elementos são mais necessários neste momento do jogo.

Isso evidencia a presença do pensamento algébrico, ou seja, um pensamento mais estruturado e complexo. Isso porque, de acordo com Vigotski (2001), a álgebra

⁴⁴ O Grupo Delta é nome fictício. Escolhemos a palavra Delta por ela ser conhecida na matemática, por fazer parte da fórmula de Bhaskara empregada nos cálculos. O nome Delta será usado para identificar o grupo hipotético exemplificado. Tem a variável Delta do novo Coronavírus

⁴⁵ Os participantes são os jogadores do grupo Delta. Optamos pelo termo participante por ele não generalizar nenhum gênero.

possibilita que a criança desenvolva um nível de pensamento mais abstrato e generalizado. Neste caso, o participante A se desprende da ideia de apenas jogar, esperar o resultado e traçou uma estratégia para tentar controlar e relacionar as quantidades, por meio da abstração e do pensamento mais generalizado.

É preciso ressaltar que no jogo Matcraft observamos a presença de grandezas que se relacionam, como a quantidade de sementes, de diamantes etc. As grandezas são as características dos objetos que podem ser quantificadas, medidas ou contadas tal como o volume, a massa e o comprimento.

No Matcraft temos algumas grandezas que representam as quantificações dos elementos do jogo, por exemplo: a quantidade de semente; a quantidade de semente que cai em cada elemento e a quantidade de diamantes conquistada. Ainda é possível constatar que essas grandezas se relacionam entre si, pois uma quantidade depende da outra para ter o seu valor definido.

O fato dessas grandezas se relacionarem entre si, e dependerem do valor uma das outras, expressa a presença dos nexos conceituais algébricos de **fluência** e **interdependência** (SOUSA, 2004). Observamos o movimento de fluência a partir do instante em que uma grandeza transforma a todo momento o valor da outra, o que demonstra interdependência entre elas, já que elas estão interligadas e dependem uma da outra para existir.

Os nexos conceituais algébricos de **variável** e **campo de variação**, para Sousa (2004) estão ligados intrinsecamente e, podemos identificá-los no jogo e reconhecer que as grandezas presentes variam. A variável não é fixa, mas pode ter vários valores, em determinadas situações. Já, o campo de variação é o intervalo numérico que a variável atua, no jogo aqui proposto, o Quadro 10 explicita como ficaria.

Quadro 10 – Reconhecimento das grandezas fixas e variáveis.

Grandeza	fixa ou variável	Quant. e/ou Campo de Variação.	Relação de dependência
Semente	fixa	8 unidades	Não depende de outra grandeza.
Semente por elemento	variável	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8}	Depende de quantas sementes caírem em cada elemento.
Diamantes	variável	Conjunto do Naturais	Depende da quantidade de semente por elemento, para possibilitar as trocas.

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Isso quer dizer que, como cada participante recebe 8 sementes para serem lançadas no tabuleiro, essa grandeza passa a ser fixa e igual para todos/as, mas à medida que são lançadas e caem nos diferentes espaços, ela passa a se caracterizar como uma grandeza variável, pois pode cair 0, ou 1, ou 2, ou 3, ou até mesmo 8 sementes em um mesmo elemento. Assim, a quantidade de sementes recebidas por cada participante é designada como o campo de variação da variável semente por elemento.

Já, a variável “Diamante” depende de quantas sementes ficarem em cada elemento, pois é o que possibilita as trocas. São inúmeras as possibilidades de troca, visto que são inúmeras as possibilidades de quantidade de sementes que podem cair em cada elemento durante as jogadas. Assim, o campo de variação da variável diamante, é o conjunto numérico dos Naturais, sendo os diamantes uma grandeza discreta⁴⁶. Pensando na segunda jogada do participante A.

Quadro 11 – Segunda jogada do participante A.

Participante A	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	1	0	0	3	---
2ª Jogada	2	3	2	1	1
Soma das Jogadas	3	3	2	4	1+2
Após a troca	1	1	0	2	3

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

O Quadro 11 mostra que o participante A conseguiu 2 madeiras, 3 pedras, 2 ferros e 1 ouro, o que somado com as quantidades restantes da primeira jogada, permitiu mais duas trocas, restando 1 madeira, 1 pedra, 0 ferro e 2 ouros. Dando continuidade às jogadas do participante A, o Quadro 12 mostra os resultados da terceira, quarta jogada e a relação de troca e os elementos restantes.

Quadro 12 – Terceira e quarta jogadas do participante A

Participante A	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
----------------	--	--	---	---	---

⁴⁶ A quantidade de diamantes é uma grandeza discreta porque ela só pode ser quantificada por meio de números inteiros e positivos, ou seja, pelo conjunto dos números Naturais.

1ª Jogada	2	0	0	3	---
2ª Jogada	2	3	2	1	1
Soma das Jogadas	4	3	2	4	1+1
Após as troca	2	1	0	2	2
3ª Jogada	1	3	2	2	2
4ª Jogada	3	1	3	1	2
Soma das Jogadas	6	4	5	5	2 + 4
Após as trocas	2	0	1	1	6

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Após as quatro jogadas, o participante A, finalizou com 6 diamantes e com 2 madeira, 0 pedra, 1 ferro e 1 ouro. Esses elementos que sobraram podem ser utilizados pelo grupo para fazer outras trocas. Toda essa quantificação e representação numérica estão associadas ao nexo conceitual algébrico de **número**, que, por sua vez, relaciona-se com o nexo conceitual de **álgebra não-simbólica**, por representar as relações entre as grandezas e as jogadas, por meio da abstração e da generalização. Esse tipo de pensamento generalizado torna possível o trabalho com estimativas⁴⁷ e estratégias para conseguir mais diamantes.

Anteriormente, abordamos as fases da álgebra não-simbólica, ressaltamos que a fase retórica não está presente, pois a mesma necessita da criação de uma palavra variável, em um contexto um pouco mais complexo. Porém, os diálogos entre o/a professor/a com os/as discentes é importante, ouvir a retórica da criança é necessário e contribui para a observação de seu pensamento e compreensão o sistema de trocas do jogo. Já, na álgebra geométrica, poderíamos utilizar desenhos nas próprias representações para simbolizar geometricamente as relações de troca, como exemplifica o Quadro 13.

Quadro 13 – Trocas representadas pela álgebra geométrica.

<i>Troca 1</i>	
<i>Troca 2</i>	

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

⁴⁷ Diretamente as estimativas não se relacionam com os nexos conceituais. Entretanto, acreditamos que indiretamente ambas se relacionam, isto porque, para estimar algo é necessário um pensamento estruturado e com um nível de abstração e generalização que possibilite cogitar diversas variáveis (nexo conceitual), até se chegar ao valor estimado.

Esse quadro, demonstra as trocas de acordo com as quantidades de elementos que o/a jogador/a obteve. Já, com a álgebra sincopada, que trabalha com abreviações, poderia ser representada da seguinte forma: $diamantes = GE$, no qual o GE corresponde à quantidade de grupos com 4 elementos diferentes, ou seja, 1 madeira + 1 pedra + 1 ferro + 1 ouro seria o mesmo que $GE = 1$; ou 2 madeira + 2 pedra + 2 ferro + 2 ouro corresponde à $GE = 2$; ou ainda, 3 madeira + 3 pedra + 3 ferro + 3 ouro seria igual à $GE = 3$.

Nesse sentido, a relação entre o GE (grupo de 4 elementos) e a quantidade de diamantes é uma correspondência é **biunívoca**⁴⁸, pois cada GE tem um diamante correspondente. Do mesmo modo que, para cada diamante, é necessário termos um GE , por exemplo, $1GE = 1\text{ diamante}$; ou $2GR = 2\text{ diamantes}$, e assim sucessivamente.

Ao pensarmos em uma generalização e representação simbólica, conseguimos determinar a quantidade D de diamantes, podemos utilizar a relação de igualdade $D = x$, de modo que a variável x representa a quantidade de grupos com 4 elementos e seu campo de variação seria o conjunto de números Naturais. Nesta perspectiva, conseguimos simbolizar $D = x$ como uma expressão algébrica que generalize o cálculo de diamantes. A expressão trata-se de uma igualdade, porque a quantidade de diamantes tem uma relação biunívoca com a quantidade de grupos de 4 elementos, o que chamamos de GE ou de x .

Evidenciamos pela análise do jogo Matcraft as trocas individuais do participante A, entretanto, salientamos que as outras jogadas de outros/as jogadores/as teriam as mesmas relações, porém com quantidades diferentes, já que o número de sementes que podem cair nos elementos é variável.

Em seguida, observamos um exemplo de uma situação de jogo, no qual os/as participantes do Grupo Delta optaram em juntar seus elementos e trocar apenas no final. Vejamos essa demonstração nos quadros a seguir, de modo que cada quadro representa as jogadas de cada um/a participante.

Quadro 14 – Participante A do Grupo Delta.

Participante A	Madeira	Pedra	Ferro	Ouro	Diamante
----------------	---------	-------	-------	------	----------

⁴⁸ Certificamos que “[...] uma correspondência é biunívoca se: para cada elemento de A corresponde um único elemento de B e, reciprocamente, para cada elemento de B corresponde um único elemento de A” (KIRILOV, 2017, p. 10-11).

					
1ª Jogada	2	1	1	3	---
2ª Jogada	2	3	2	1	---
3ª Jogada	1	2	3	2	---
4ª Jogada	3	2	2	0	---
SOMA	8	8	8	6	---

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Quadro 15 – Participante B do Grupo Delta.

Participante B	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	0	3	3	2	---
2ª Jogada	1	2	4	1	---
3ª Jogada	2	1	1	4	---
4ª Jogada	2	1	1	3	---
SOMA	5	7	9	10	---

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Quadro 16 – Participante C do Grupo Delta.

Participante C	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	3	0	2	2	---
2ª Jogada	3	3	0	1	---
3ª Jogada	2	2	3	1	---
4ª Jogada	1	2	0	4	---
SOMA	9	7	5	8	---

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Quadro 17 – Participante D do Grupo Delta.

Participante D	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
1ª Jogada	4	0	0	4	---
2ª Jogada	3	2	0	3	---
3ª Jogada	1	3	4	0	---
4ª Jogada	2	2	2	2	---
SOMA	10	7	6	9	---

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

As tabelas com os resultados do grupo Delta, evidenciam uma variação de quantidades dos elementos obtidos por cada participante. Salientamos que os quadros nem sempre terão o resultado de 32 elementos, visto que as sementes que

ficam sobre a reta de divisão no tabuleiro, não são contabilizadas. Posto isso, o Quadro 18 mostra a soma dos elementos conquistados pelo Grupo Delta e a quantidade de diamantes que conquistaram.

Quadro 18 – Soma dos elementos do Grupo Delta.

Grupo Delta	Madeira 	Pedra 	Ferro 	Ouro 	Diamante 
Participante A	8	8	8	6	---
Participante B	5	7	9	10	---
Participante C	9	7	5	8	---
Participante D	10	7	6	9	---
TOTAL	32	29	28	33	---
Sobra de Elementos	4	1	0	5	28

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Desse modo, constatamos a relação biunívoca que expressamos anteriormente, pois o Grupo Delta formou 28 *GE*, considerando 1 objeto de cada elemento por *GE*. O grupo agrupou 28 *GE* e realizou a troca por 28 diamantes, destacamos em vermelho os elementos que sobraram e não puderam ser trocados, pela regra do Matcraft.

O grupo Delta conquistou 28 diamantes (caixas e embalagens) e pode construir o que conseguirem potencializando o desenvolvimento da criatividade, interação e assegurando ao ensino um caráter lúdico. Neste ponto, observamos os nexos conceituais algébricos em um movimento de interdependência, pois as jogadas entre os participantes estão todas articuladas e dependendo uma das outras, para que conquistem a maior quantidade de diamantes possível. Se tirarmos um dos participantes do grupo, já não é aceitável a troca por 28 diamantes. Durante o jogo, esperamos que a atenção dos alunos esteja voltada para as jogadas, controle e relação das quantidades variáveis presentes.

Salientamos uma quebra de expectativa do pesquisador, pois antes da análise do jogo, tinha a hipótese de que seria possível formular uma equação de primeiro grau ou expressão algébrica geral (diferente da relação de igualdade biunívoca que constatamos), para calcular a quantidade de diamantes conquistadas pelos participantes. Todavia, o fato de o jogo não expressar uma equação de primeiro grau ou uma lei geral (diferente da relação biunívoca) não interfere na presença de elementos e dos nexos conceituais algébricos demonstrados.

Acreditamos que o simbolismo algébrico (principalmente o uso de letras para representar variáveis) fazem parte da álgebra, mas não é seu único atributo, tampouco o mais importante, ele é nexo externo⁴⁹.

Na trajetória da elaboração do Matcraft comprovamos a presença das significações aritméticas, algébricas e geométricas e dos nexos conceituais algébricos. Conseguimos demonstrar que o jogo é uma Situação Desencadeadora de Aprendizagem, que possibilita uma nova organização do ensino de matemática mais ampla e que pode ser generalizada a outros conceitos matemáticos e a outras áreas do conhecimento.

5. GAME OVER?! QUE INICIE A PRÓXIMA FASE!

Parte da jogada chega ao fim, e quão desafiador foi chegarmos até aqui. Em um jogo, o final de uma fase simboliza a celebração da vitória alcançada até aquele momento e dá indícios que novas aventuras estão por vir. Para nós, o sentimento é o mesmo. A conclusão dessa pesquisa marca o encerramento de um ciclo, a comemoração de nossas realizações enquanto pesquisadores e deixa aquele “gostinho de quero mais”.

Enquanto Pedagogo, a pesquisa em torno da matemática e do conhecimento algébrico, não foi tarefa fácil, visto que, durante o processo de escolarização a matemática, na maioria das vezes, é abordada de forma sucinta e a álgebra sequer é mencionada. No percurso investigativo, as leituras a respeito da álgebra, somadas aos grupos de estudos e as palestras sobre o tema foram elementos essenciais à realização desta pesquisa. Acreditamos que esse estudo é um ponto de partida para outros ensaios.

Estudar a organização do ensino de matemática se tornou nossa atividade dominante (LEONTIEV, 2004) em meio a trajetória de construção desta dissertação. A base teórica criou motivos direcionando nossos olhares para além daquilo que está posto, isto é, da educação matemática pautada na lógica tradicional. Ao

⁴⁹ De acordo com Sousa (2004, p. 61), “[...] os nexos conceituais ligam os conceitos da álgebra, eles contêm a lógica, a história, a abstração e as formalizações do pensamento. [...] os nexos externos se limitam aos elementos perceptíveis [...] ficam por conta da linguagem, são formais”.

pensarmos na álgebra, acreditamos que o cenário é mais delicado, pois seu estudo é temido e, as vezes, é visto como algo distante pelos/as estudantes que ingressam no ensino fundamental anos finais⁵⁰. House (1995) apresenta algumas falas de alunos/as, dessa etapa de escolarização, dizendo que a álgebra é muito difícil, que é frustrante passar horas estudando e muitas vezes não compreendê-la.

Essa aversão ao conhecimento algébrico e a falta de compreensão sobre a introdução de letras na matemática são velhos conhecidos dos/as profissionais que lecionam na educação básica. Somado a isso, as orientações da BNCC (BRASIL, 2017), de inserir o conhecimento algébrico desde os anos iniciais de escolarização, na educação básica brasileira, nos motivou a pensar na organização do ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização (ainda que a base teórica adotada na BNCC não corresponde ao referencial adotado nesta pesquisa, a inserção explícita desses conceitos despertou a preocupação dos professores e, talvez, com isso aponte a necessidade do professor pensar sobre a álgebra.

No decorrer da pesquisa, tecemos algumas críticas ao modelo hegemônico do ensino de matemática, pautado na lógica formal decorrente da influência da pedagogia tradicional, que prioriza, na maioria das vezes, o conceito de número. Constatamos, que a fragmentação de conteúdos limita as oportunidades de desenvolvimento do pensamento teórico dos alunos. Em razão disso, a THC, propõe que a organização do ensino parta da estrutura do pensamento do geral → particular buscando superar a segregação de conceitos.

Nesta perspectiva, organizar o ensino a partir dos conceitos de número real, conforme Davidov (1988) explica é uma forma de modificar a estrutura da lógica formal que inicia o trabalho escolar pelos números naturais, em seguida dos fracionários, decimais, até chegar nos inteiros, depois volta-se as dízimas periódicas, e assim sucessivamente. Entretanto, para Davidov (1988) o ensino do conceito de número real, deve ser relacionado com o conceito de grandeza, pois o trabalho com as grandezas contínuas e discretas, permitem a compreensão dos demais conjuntos numéricos levando o aluno a reconhecer o uso do número real.

Ao relacionarmos os conceitos de número real e grandeza, oportunizamos situações desencadeadoras de ensino que exploram a manipulação, o controle e a relações entre os diferentes tipos de grandezas e suas quantificações, o que

⁵⁰ Etapa da educação brasileira, no qual o ensino de álgebra é inserido com o simbolismo algébrico (utilização de letras, expressões algébricas, equações, inequações, etc.).

possibilita a articulação entre a aritmética, a geometria e a álgebra, ou seja, as significações do pensamento matemático. Esse caminho é fundamental e permite que se promova o trabalho com os nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004), que são elos de ligação entre os conceitos que formam a álgebra.

Durante a pesquisa, apresentamos uma revisão de literatura, a qual indicou um número reduzido de investigações sobre os nexos conceituais algébricos e evidenciou a necessidade de mais pesquisas para que se ampliem as possibilidades de auxiliar na instrumentalização dos professores. Para demonstrar e fortalecer a importância desse estudo sobre o ensino de álgebra nos anos iniciais de escolarização a partir dos nexos conceituais algébricos, abordamos conceitos (número real, grandeza, AOE, SDA, articulação aritmética-álgebra-geometria, etc), princípios e pressupostos teóricos e metodológicos, que ajudam a compreender a concepção do ensino de matemática que acreditamos para fundamentar a análise documental.

Pensar sobre esses princípios e pressupostos, promove a desconstrução da ideia da matemática como uma ciência pronta, acabada e imutável. Compreendemos que o conhecimento matemático se relaciona com os fenômenos da vida real do ser humano, se conecta com as mais variadas áreas do conhecimento e está sempre em movimento de transformação, fluindo, se modificando para suprir as necessidades da própria humanidade (CARAÇA, 1951). Conceber a matemática dessa forma, é compreendê-la como uma criação humana, que interage com o seu criador, modificando-o e transformando a si mesma. Assim, a matemática é cultura e está em movimento, nunca pronta e jamais acabada.

Essa discussão sobre a concepção de matemática, bem como dos princípios e pressupostos teóricos e metodológicos se fizeram e se fazem presentes nos grupos de estudos da OPM/UEM. Esse movimento de pensar na organização do ensino de matemática resultou na construção de diversas SDA's, entre elas o jogo Matcraft. Esse jogo, tem na essência de sua criação, componentes que fazem dele um jogo único, elaborado por um grupo de profissionais e de crianças, sendo produto de estudos, debates, discussões, leituras, tentativas, erros e acertos. Construído em um movimento coletivo, nos encontros da OPM/UEM, o Matcraft materializa o conceito de Situação Desencadeadora de Aprendizagem, constituindo-se de elementos da Atividade Orientadora de Ensino. O jogo Matcraft, foi elaborado com o objetivo de trabalhar o conceito de agrupamento. Como este

jogo ainda não tinha passado por nenhum estudo científico na ótica dos nexos conceituais algébricos, voltamos esta pesquisa para a seguinte questão: como o jogo Matcraft pode promover a aprendizagem da álgebra considerando os nexos conceituais algébricos?

Assim, o objetivo geral desta investigação foi de demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos, além de considerar a articulação entre a aritmética, a álgebra e a geometria, para uma organização do ensino de matemática que contribua para o desenvolvimento psíquico da criança.

Ao realizar a análise do **processo de elaboração do Matcraft**, ficou evidente que na trajetória de sua elaboração os participantes do grupo, tinham a preocupação de articular elementos da aritmética, da álgebra e da geometria. Constatamos que o jogo original o Minecraft, por si só, assim como o Matcraft, são SDA's que têm elementos, em potencial, que podem ser utilizados em sala de aula no processo de ensino e aprendizagem de conceitos aritméticos, geométricos e algébricos.

É certo que, os criadores do jogo Minecraft, não tinham intenção de elaborar um jogo para fins pedagógicos, porém conseguimos traçar relações, conectar ideias e por meio da análise constatar as possibilidades pedagógicas com o jogo original. Para que essas relações sejam traçadas e outros instrumentos (jogos, literaturas, músicas, situações emergentes, histórias virtuais, etc) sejam adotados no ensino de álgebra, bem como da matemática, é importante que os/as professores/as que atuam no Ensino Fundamental I tenham formação de qualidade.

Acreditamos que o ensino adequadamente organizado promove desenvolvimento intelectual (VIGOTSKI, 2001) e, para tanto, o/a docente precisa ter domínio dos conceitos que está abordando no processo de escolarização. É fundamental trabalhar com conhecimento científico no desenvolvimento do pensamento teórico, logo, o/a professor/a precisa ter oportunidades de estar sempre em atividade de estudo, para rever suas estratégias didáticas.

Em relação ao Matcraft, identificamos a presença dos nexos conceituais algébricos, demonstrando as relações entre os conceitos algébricos e como esses nexos contribuem para o próprio jogo e para a aprendizagem. Isto demonstra o quanto essa SDA é um instrumento com potencial pedagógico capaz de mobilizar a formação do pensamento teórico.

Na análise **do jogo em desenvolvimento**, certificamos momentos em que a articulação das significações matemáticas se fez presentes. Evidenciamos, que é possível explorar cada dessas significações, por meio das jogadas que fluem em um movimento de interdependência entre as sementes lançadas, o número de objetos obtidos e a quantidade de diamantes que são possíveis de trocas. Os nexos conceituais da álgebra perpassam por todos os momentos do Matcraft de modo a mobilizar os jogadores/as a pensarem de forma mais generalizada e abstrata. Esse tipo de pensamento revelou uma relação biunívoca entre a quantidade de grupo de 4 elementos conquistados pelas sementes lançadas e a quantidade de trocas por diamantes.

Quando objetivamos promover o trabalho com os nexos conceituais algébricos, precisamos considerar os elementos da álgebra que ainda não sejam simbólicos. Ou seja, estamos trabalhando com conceitos que criam conexões e ligam outros conceitos e que formam a álgebra (SOUSA, 2004). Acreditamos que introduzir e desenvolver esse trabalho no Ensino Fundamental I é essencial para romper a crença de que o ensino tradicional de álgebra, deve iniciar-se apenas a partir do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II, priorizando apenas o simbolismo algébrico.

Com os nexos conceituais algébricos os/as discentes criam conexões que vão formar os conceitos da álgebra, a abstração de processos mentais e a generalização de ideias. Nesta perspectiva, constatamos que o ensino da álgebra se desenvolve, perpassando por outras fases da álgebra até chegar no simbolismo algébrico.

Essa proposta teórico-metodológica, inverte a lógica hegemônica do ensino de álgebra, que inicia pelo simbolismo. Para Sousa (2004), o trabalho pedagógico com o simbolismo algébrico é um nexo externo, porque está associado à linguagem e não ao conceito em si. Assim, certificamos que o ensino a partir dos nexos conceituais algébricos pode promover a construção de conceitos, que darão significados aos símbolos (letras que representam variáveis e incógnitas, equações, fórmulas, etc) que serão utilizados posteriormente.

Nessa perspectiva não estamos dizendo que os nexos conceituais são “um meio para um fim”, mas que inseridos em um movimento organizado e dialético, vinculados ao simbolismo, podem construir um ensino de álgebra com mais sentido e significado, promovendo o desenvolvimento psíquico.

No jogo Matcraft, destacamos que sua versão final apresenta várias possibilidades de adaptação para novas formas de trabalho, de conteúdos e de faixa etária, até porque aprendemos com as crianças que o Minecraft não tem fim, tem sempre uma nova fase para construir coisas diferentes “tem que pensar”, segundo elas. É fato de que não esgotamos as possibilidades pedagógicas com os nexos conceituais algébricos.

É importante salientarmos que nossa proposta de ensino de álgebra, bem como de matemática, por meio do Matcraft, supera o modelo posto na BNCC, que se ancora no desenvolvimento de habilidades e competências mediante atividades com ideias de regularidade e generalização de padrões. A organização do ensino fundamentada na articulação aritmética-álgebra-geometria e nos nexos conceituais algébricos contribui para um ensino de qualidade, que tem potencial para o desenvolvimento do pensamento teórico e de outras funções psicológicas da criança.

Em nosso estudo, centralizamos as análises no jogo Matcraft, entretanto evidenciamos outras SDA's, sejam elas jogos, situações emergentes do cotidiano ou histórias virtuais, que possibilitam o ensino de álgebra por meio dos nexos conceituais. Ressaltamos a necessidade de continuidade de pesquisas que abordem essa temática e que levem para a sala de aula os nexos conceituais algébricos (SOUSA, 2004). Enfim, são inúmeras as possibilidades de “*próximas fases*” desta pesquisa que certamente não se findará aqui.

Acreditamos que esta pesquisa traz contribuições para o cenário da educação matemática, enriquecendo a produção científica sobre esse ensino a partir dos nexos conceituais algébricos para os anos iniciais de escolarização. Conforme discutimos, o Ensino Fundamental I é uma etapa que, em que a introdução do conhecimento algébrico de forma lúdica e divertida, pode ser realizada.

Assim, certificamos que o Matcraft é um instrumento pedagógico, que pode contribuir para o ensino de álgebra a partir dos nexos conceituais algébricos, bem como para articular a álgebra com a aritmética e a geometria na organização do ensino da matemática, porém com ele não temos um **Game Over**. Para além disso, nossa investigação aponta a possibilidades de **Próximas Fases**, isto é, novos estudos envolvendo os nexos conceituais, a álgebra, o ensino de matemática e os anos iniciais de escolarização evidenciando a fluência que caracteriza a matemática

e continuamente nos apresenta novos desafios. Dessa forma, convido você leitor/a a dar continuidade a aventura: que tal jogarmos uma outra partida?

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. S. Princípios e práticas da perspectiva histórico-cultural para o ensino de matemática na infância. In: **XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática - XIV CIAEM**, 2015, Tuxtla-Gutierrez, p. 1-12, 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 142p, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 09 de set. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação e da Cultura – MEC, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório SAEB 2017** [recurso eletrônico]. Brasília – DF, 2019, 162 p. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_saeb_2017.pdf. Acesso em: 10 de Jan. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação e da Cultura – MEC, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Brasil no PISA 2018** [recurso eletrônico]. Brasília – DF, 2020. 185 p. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 10 de Jan. de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº. 11.114/2005. Altera os arts. 6º; 30; 32 e 87 da Lei nº 9.394/96, com o objetivo de tornar obrigatório o início do ensino fundamental aos seis anos de idade. DOU 17/05/2005. **Diário Oficial**, Brasília, 2005. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11114.htm> Acesso em: 15 de março de 2022.

BROLEZZI, A. C. **A tensão entre o discreto e o contínuo na história da matemática e no ensino de matemática**. 1997. Tese (Doutorado em Didática) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. doi:10.11606/T.48.1997.tde-29082013-153622.

CAPCS. **Você sabe o que são Operadores Booleanos?** CAPCS.UERJ. 2020 Disponível em: <<http://www.capcs.uerj.br/voce-sabe-o-que-sao-operadores-booleanos/>>. Acesso em: 06 de mar. 2021.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Portugal – Gradiva, 1951.

COSTA. M. V. Uma agenda para jovens pesquisadores. In: COSTA, M. V. et al. **Caminhos investigativos II: outros modos de pensar e fazer pesquisa em educação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

DAMAZIO, A.; ROSA, J. E. ; EUZEBIO, J. S. . O ensino do conceito de número: a proposta de Davydov e as propostas empíricas. In: **X EDUCERE - Congresso nacional de educação e I SIRSE - Seminário Internacional de representações sociais, subjetividade e educação**, 2011, Curitiba. Anais do ... Congresso Nacional de Educação. Curitiba: PUC, 2011. v. 01. p. 3001-3013. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/6295_3481.pdf. Acesso em: 08 de jan. de 2021.

DAVÝDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Havana: Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**. Moscou: Progreso, 1988.

ELKONIN, D. B. **Psicologia do jogo**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

FERRO, L. L. de S. **A criança da educação infantil e a linguagem matemática: relações interdependentes no processo de ensino e aprendizagem.** 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Silvia Pereira Gonzaga de Moraes. Maringá, 2016.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A.; MIGUEL, A. **Contribuição para um Repensar: a educação algébrica elementar.** Pro-Prosições. vol. 4, nº 1 [10], p. 79-91, 1993.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002.

FONSECA, M. da C. F. R., et al. **O ensino da geometria na escola fundamental – três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais.** Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

GERHARDT, T. E.; SOUZA, A. C. de. Aspectos teóricos e conceituais. In.: **Métodos de pesquisa** / [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HOUSE, P. A. Álgebra: Idéias e questões. In: COXFORD, Arthur F. e SHULTE, Albert P. **As idéias da Álgebra.** São Paulo: Atual, 1995.

IBRAHIM, S. A. **A apropriação dos significados de polinômios:** um estudo na perspectiva da teoria histórico-cultural. Dissertação (mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Educação, 2015. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marilene Ribeiro Resende. Uberaba, 2015. 188 f. Disponível em: <<https://repositorio.uniube.br/handle/123456789/1035>> Acesso em: 20 de jun. 2021.

IFRAH, G. **Os números:** a história de uma grande invenção. Paris: Seghers, 1981.

KIRILOV, A. **Introdução a Teoria de Conjuntos**: para estudantes que estão ingressando na Matemática. [S. l.], 14 nov. 2017. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~akirilov/ensino/2017/docs/itc01-UFPR-2017.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2022.

KOPNIN, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LACANALLO, L. F. **O jogo no ensino da matemática**: contribuições para o desenvolvimento do pensamento teórico. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nerli Nonato Ribeiro Mori. Maringá, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LANNER DE MOURA, A. R.; SOUSA, M. do C. de. O lógico-histórico da álgebra não simbólica e da álgebra simbólica: dois olhares diferentes. **ZETETIKE** : Cempem – FE – unicamp, Campinas, SP, v. 13, ed. 24, p. 11-46, jul./dez. 2005.

LANNER de MOURA, A. R.; SOUSA, M. do C. de. Dando movimento ao pensamento algébrico. **Zetetike**, v. 16, n. 30, p. 63-86, 2008.

LEONTIEV, A. O Homem e a Cultura. In: **O desenvolvimento do psiquismo**. 2^a. Edição, São Paulo: Centauro, p. 277-302, 2004.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética a álgebra para o século XXI**. Campinas: Papyrus, 1997.

LORENSATTI, E. J. C. Aritmética: um pouco de história. **IX ANPED SUL: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. 2012. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1786/265>> Acesso em: 20 de jul. 2021.

LORENZATO, S. **Por que não ensinar Geometria?** A educação matemática em revista. Geometria. Blumenau, número 04, p. 03-13, 1995.

LUNA, S. V. de. **O Planejamento de pesquisa: uma introdução.** São Paulo: EDUC, 2009.

MEDEIROS, J. B. **Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas.** São Paulo: Atlas, 2000.

MENDONÇA, F. W. **A organização da atividade de ensino como processo formativo do professor alfabetizador:** contribuições da Teoria Histórico-Cultural. Tese (doutorado em educação), Maringá: UEM, 2017.

MINECRAFT. **Tem dúvidas sobre as minecoins?** Online. disponível em: <<https://www.minecraft.net/pt-br/redeem/minecoins>>. Acesso em: 04 de abr. de 2022.

MINECRAFT. **Explora os jogos do minecraft.** Online. disponível em: <<https://www.minecraft.net/pt-pt>>. Acesso em: 04 de abr. de 2022.

MORAES, S. P. G. de. **Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em matemática:** contribuições da Teoria Histórico-Cultural. 2008. 261 p. Doutorado em educação -UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2008. DOI: <https://doi.org/10.11606/t.48.2008.tde-16032009-145709>.

MOURA, M. O. de. O jogo e a construção do conhecimento matemático. **Série Ideias.** n.10, São Paulo: FDE, p. 45-52, 1992.

MOURA, M. O. de. **Controle da variação de quantidades** – Atividades de ensino. Oficina Pedagógica de Matemática. São Paulo: FEUSP, 1996.

MOURA, M. O. de. **A atividade de ensino como unidade formadora.** Bolema, Rio Claro, v. 12, p. 29-43, 1997.

MOURA, M. O. de; LANNER de MOURA, A. R. **Escola: um espaço cultural. Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar - um modo de lidar com as dimensões do mundo.** São Paulo: Diadema/SECEL, 1998.

MOURA, M. O. A Atividade de Ensino como Ação Formadora. In: CASTRO, A. D. E CARVALHO, A.M P. **Ensinar a Ensinar.** São Paulo: Pioneira, 2001.

MOURA, M. O. de. **Matemática na educação da infância.** In: I Fórum Luso-Brasileiro de Matemática na Infância, 2002, São João da Madeira. Anais do I Fórum Luso-Brasileiro de Matemática na Infância, 2002.

_____. Matemática na Infância. In: Edições Gailivro. (Org.). **Educação Matemática na Infância.** Abordagens e desafios. Vila Nova de Gaia: Gailivro, p. 39-64, 2007.

MOURA, M. O. de; et al. **Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem.** Revista Diálogo Educacional (PUCPR. Impresso), v. 10, Curitiba, p. 205-229, 2010.

NORO, I. M. **Do aprender ao ensinar álgebra: formação de futuros professores que ensinam matemática.** 243 f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física. Orientadora: Anemari Roesler Luersen Vieira Lopes; Coorientadora: Regina Ehlers Bathelt. Santa Maria - RS, 2020.

OLIVEIRA, D. C. **Indícios de apropriação dos nexos conceituais da álgebra simbólica por estudantes do Clube de Matemática.** 2014. 255 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Orientador: Wellington Lima Cedro – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_888710cfd0ae9562c9d488cbea441b9a> . Acesso em 05 de mar. 2022.

OLIVEIRA, M. F. de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração.** Catalão: UFG, 2011.

OPAS (Pan-Americano). Histórico da pandemia: COVID-19. *In*: OPAS (Pan-Americano). **Folha informativa: COVID-19**, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 30 set. 2021.

PANOSSIAN, M. L. **Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica dos estudantes**: indicadores para a organização do ensino. (Dissertação). Universidade de São Paulo, Brasil. 2008

PANOSSIAN, M. L. **O movimento histórico e lógico dos conceitos algébricos como princípio para constituição do objeto de ensino da álgebra**. (Tese). Universidade de São Paulo, Brasil. 2014

ROSA, J. E. **Proposições de Davydov para o ensino de Matemática no primeiro ano escolar**: inter-relações dos sistemas de significações numéricas. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Educação Ciência e Tecnologia. **Proposta curricular de Santa Catarina**: estudos temáticos. Florianópolis: IOESC, 2005

SANTOS, E. de A. dos; ARRAIS, L. F. L.; MOYA, P. T. **Matemática na educação infantil**: reflexões e proposições a partir da teoria histórico-cultural. - 1. ed. - Jundiaí [SP]: Paço, 196 p, 2021.

SAVIANI, D. **Sobre a natureza e especificidade da educação**. *Geminal: Marxismo e Educação em Debate*, Salvador, v. 7, n. 1, p. 286-293, jun. 2015.

SILVA, D. A. e; ARRAIS, L. F. L. Diálogos para a organização do ensino de matemática na educação básica. **XIX Seminário Temático Internacional**: A pesquisa sobre o saber profissional do professor que ensina matemática: história e perspectivas atuais, GHEMAT-Brasil. Osasco – São Paulo, 22 maio de 2021.

SOUSA, M. C. **O ensino de álgebra numa perspectiva lógico-histórica: um estudo das elaborações correlatadas de professores do ensino fundamental.** Tese Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004.

_____. **A Linguagem Matemática e a Criança Pequena.** In: Alessandra Arce. (Org.). O trabalho pedagógico com crianças de até três anos. 1ed.Campinas: Alínea, p. 57-78, 2014.

_____. O movimento lógico-histórico enquanto perspectiva didática para o ensino de matemática. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica.** Uberlândia, MG |v.2|n.1|p.40--68| jan./abr. 2018.

SOUSA, M. C. PANOSSIAN, M. L.; CEDRO, W. L. **Do movimento lógico e histórico à organização do ensino: O percurso dos conceitos algébricos.** Campinas, SP: Mercado das Letras, 2014.

SÜSSEKIND, M. L.; MASKE, J. “Pendurando roupas nos varais”: Base Nacional Comum Curricular, trabalho docente e qualidade. **Em Aberto**, Brasília, v. 33, n. 107, p. 173-187, jan./abr., 2020.

TRINDADE, D. A.; SILVA, M.C. L. da Grandezas: relações lidas no ensino de saberes aritméticos, 1890-1950. **ZETETIKÉ (ON LINE)**, v. 26, p. sp, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/190770/8650703-43202-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em:05 de jan. de 2021.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 175 p, 1987.

UNIVERSITAS. **A produção científica sobre educação superior no Brasil, 1968 – 2000.** Porto Alegre: GT Política de Educação Superior; ANPEd, 2002.

USISKIN, Z. **O que é álgebra da escola média?** In: COXFORD, A. F. e SHULTE, A. (org). As ideias da Álgebra. São Paulo: Atual, p. 9-22, 1995.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas IV:** Incluye Paidologia del Adolescente, Problemas de la Psicología Infantil. Madrid: Visor Distribuciones, 1996.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem:** tradução Paulo Bezerra. - São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e linguagem.** São Paulo: Ícone, p. 103-118, 2016.

_____. Fundamentos da pedologia. In: PRESTES, ZOIA; TUNES, E. (Org.) **7 Aulas de L. S. Vigotski sobre os fundamentos da pedologia.** 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, p. 17-148, 2018.

WAKKA, W. **Minecraft tem 140 milhões de usuários.** Canaltech, online, 04 de maio de 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/games/minecraft-tem-140-milhoes-de-usuarios-com-maioria-adulta-nos-eua-e-na-europa-184089/>>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Edilson de Araújo dos Santos** declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

Data: 02/05/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

Data: 15/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Eliana Pizani Leocádio Corrêa**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 01/05/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 15/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Camila de Lima Santos**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Géssica Cristina Sabina Coelho da Silva**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 01/05/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Jhenifer Licero Schuete Silva**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 30/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Joelma Fátima Castro**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

Data: 03/05/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Tayna Eduarda da Silva Matos**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Lilia Rodrigues de Mira Sola**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Luciana Regina Andreoli**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Veronice Quaresma Valente**, declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Os Nexos Conceituais Algébricos e o Jogo Matcraft: Uma Proposta para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização** que faz parte do curso Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá (PPE/UEM) e é orientada pela professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é **demonstrar de que modo o jogo Matcraft pode mobilizar o ensino em direção à aprendizagem da álgebra por meio dos nexos conceituais algébricos**. Para isto, a sua participação é fundamental, e se daria autorizando a divulgação do seu nome (como participante do subgrupo que elaborou o jogo Matcraft) e na apresentação das imagens tiradas na fase de elaboração do jogo. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. O benefício esperado é a identificação de conhecimentos teórico-metodológicos que auxiliem os professores no ensino de conhecimentos científicos por meio de princípios gerais para a organização do ensino da álgebra nos anos iniciais de escolarização. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido e assinado.

Eu, **Nathalia Sgarbossa Pires**, declaro que fui devidamente esclarecida e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela Professora Dra. Luciana Figueiredo Lacanallo Arrais.

_____ Data: 29/04/2022

Assinatura física ou digital

Eu, Diogo Almeida e Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao processo de elaboração do jogo Matcraft, realizado na OPM/UEM, objeto da pesquisa supra-nominada.

_____ Data: 14/05/2022

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Diogo Almeida e Silva

Endereço: Rua Mundo Novo, nº 297 - Residencial Bourbon.

Cianorte-PR/ CEP: 87260-202

(telefone/e-mail): 44 9.9821-3766/ diogopesquisador@gmail.com