UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

MÔNICA BEVILAQUA BARROS

O PAPEL DA PALAVRA, DA SINCOPAÇÃO E DA LETRA NA LINGUAGEM ALGÉBRICA: UM ESTUDO NO ENSINO FUNDAMENTAL

BAURU
2024

MÔNICA BEVILAQUA BARROS

O PAPEL DA PALAVRA, DA SINCOPAÇÃO E DA LETRA NA LINGUAGEM ALGÉBRICA: UM ESTUDO NO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre à Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, sob orientação da Prof.ª Dr.ª Marisa da Silva Dias.

BAURU

2024

B277p

Barros, Mônica

O papel da palavra, da sincopação e da letra na linguagem algébrica: um estudo no Ensino Fundamental / Mônica Barros. -- Bauru, 2024

76 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientadora: Marisa da Silva Dias

1. Linguagem. 2. Jogos em educação matemática. 3. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. I. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

Faculdade de Ciências

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MÔNICA BEVILAQUA BARROS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 02 dias do mês de setembro do ano de 2024, às 14:30 horas, no(a) Anfiteatro da STPG-FC, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MÔNICA BEVILAQUA BARROS, intitulada **"O PAPEL DA PALAVRA, DA SINCOPAÇÃO E DA LETRA NA LINGUAGEM ALGÉBRICA: UM ESTUDO NO ENSINO FUNDAMENTAL."** e produto educacional **"CONEXÃO ALGÉBRICA"** . A Comissão Examinadora foi constituida pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências Unesp Bauru, Profa. Dra. MARIA DO CARMO DE SOUSA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Metodologia de Ensino / Universidade Federal de São Carlos, Profa. Dra. ROSA MARIA MANZONI (Participação Presencial) do(a) UNESP/FC - Bauru. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS

DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Dalva Aparecida Bevilaqua Barros e Azeron Costa Barros, que não tiveram a oportunidade de concluírem seus estudos. Ao meu esposo, Tiago José Cavalheiro, que sempre esteve presente ao longo dos anos de estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por sempre me guiar com bons pensamentos e que nunca permitiu que eu esmorecesse diante das dificuldades.

Agradeço à minha família, que sempre me apoiou e compreendeu minhas ausências em vários momentos.

Agradeço ao meu esposo, Tiago, por estar sempre ao meu lado, me incentivando e apoiando.

Agradeço à minha orientadora, Marisa da Silva Dias, pelas horas de orientação, pelo compartilhamento de conhecimento, e claro, por ter me proporcionado a realização do mestrado.

Agradeço à professora Rosa Maria Manzoni, pelos estudos em grupo e por ter se tornado para mim uma referência humana.

Agradeço à professora Maria do Carmo Sousa, por seu trabalho acessível e também pela disponibilidade.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, em especial Leila Motoki, por sempre estar disposta. Também agradeço aos estudantes participantes desta pesquisa.

RESUMO

O uso da linguagem no cotidiano abrange o universo dos signos, que, por sua vez, já foi objeto de estudo de inúmeros linguistas. Ao abordar a linguagem no campo da álgebra, optamos pelo movimento lógico-histórico, e por isso a pesquisa busca responder como os signos contribuem para a aprendizagem da linguagem algébrica. Pensamento e linguagem são apresentados sob os propósitos teóricos da teoria histórico-cultural. Assim, o objetivo geral é investigar como os signos são utilizados na linguagem algébrica, especificamente por estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental após interagirem com o jogo nomeado por conexão algébrica. Nesse sentido, são analisadas as manifestações dos estudantes sobre linguagem algébrica nas formas escritas: retórica, sincopada e simbólica. A pesquisa é qualitativa, de caráter exploratório, e os procedimentos metodológicos são divididos em três etapas: pesquisa sobre linguagem, elaboração de um produto educacional e sua aplicação, entrevista com os estudantes, com questões em aberto, do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola pública no interior de São Paulo e estudo das respostas à entrevista. As análises abarcaram a formação do signo, abrangendo o pensamento e a linguagem. Os resultados ressaltam a importância de considerar a união entre linguagem natural e simbólica na educação matemática e o produto educacional demonstrou potencial para que o professor possa utilizá-lo como recurso para aprendizagem.

Palavras-chave: Linguagem; Linguagem algébrica; Signo.

ABSTRACT

The use of language in everyday life covers the universe of signs, which, in turn, has already been the object of study by countless linguists. When approaching language in the field of algebra, we opted for the logical-historical movement, and therefore the research seeks to answer how signs contribute to the learning of algebraic language. Thought and language are presented under the theoretical purposes of historical-cultural theory. Thus, the general objective is to investigate how signs are used in algebraic language, specifically by students in the seventh year of Elementary School after interacting with the game named by algebraic connection. In this sense, students' expressions about algebraic language in written forms are analyzed: rhetorical, syncopated and symbolic. The research is qualitative, exploratory in nature, and the methodological procedures are divided into three stages: research on language, development of an educational product and its application, interviews with students, with open questions, from the seventh year of Elementary School in a public school in the interior of São Paulo and study of interview responses. The analyzes covered the formation of the sign, covering thought and language. The results highlight the importance of considering the union between natural and symbolic language in mathematics education and the educational product demonstrated potential for teachers to use it as a learning resource.

Keywords: Language; Algebraic language; Sign.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE SIGLAS

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

UCG – Universidade Católica de Goiás

UFMG – Universidade de Minas Gerais

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFU – Universidade de Uberlândia

UNB – Universidade de Brasília

UNIUBE – Universidade de Uberaba

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 Apresentação

Nasci em Bauru, interior de São Paulo, em 1992. Cresci em uma casa simples, meu pai era carteiro e minha mãe do lar. Tive uma boa infância e sempre estudei em colégios públicos.

A educação pública que recebi sempre foi de ótima qualidade, e aos 11 anos surgiu minha paixão pela leitura: “Coração na Rede”, de Telma Guimarães, me encantou com seu enredo. Dali em diante, lia um livro por mês, com o incentivo da minha professora de Língua Portuguesa, que mantinha um projeto de Clube da Leitura. Apesar de não ter o incentivo na minha casa, eu lia tudo o que estava por lá, de gibis até a Barsa.

No Ensino Médio comecei a trabalhar e a estudar à noite. A educação pública mostrava que a maioria dos alunos e professores estavam exaustos, mas alguns ainda se importavam e sempre estavam dispostos a ensinar. Quando prestei o vestibular, pensei em ser como a professora de Português do Ensino Fundamental, que me mostrou o Clube da Leitura.

Na graduação, foi difícil conciliar trabalho e estudo, porém, vários mestres se disponibilizavam para tirar dúvidas, leituras extras. Mesmo trabalhando em um escritório, não era possível pagar a mensalidade da faculdade, por isso trabalhava aos finais de semana. Terminar o curso de Letras com dificuldade me fez valorizar ainda mais os estudos e honrar meus pais, que não conseguiam me ajudar a pagar, mas me incentivavam.

Lecionar nunca foi tarefa fácil, o professor precisa se atualizar, dedicar-se a horas de estudo, montar avaliações, corrigir, refletir sobre sua metodologia. Entretanto, a educação pública me mostrou uma faceta que vem antes do ensino: a humanidade. Antes de ser professora, sou humana. O chão da escola nos exige uma visão do estudante com diferentes perspectivas, e compreender que cada um deles possui um objetivo.

Depois de alguns anos, senti a necessidade de compartilhar meus conhecimentos e também adquirir novos, todavia, em um outro cenário: a Universidade. O Mestrado é um privilégio, cheio de desafios e dualidades. Se debruçar sobre teorias novas, com um olhar preciso nas leituras. Chegar até aqui me fez rever minha trajetória como docente e reafirmar minha escolha naquilo que acredito: a educação pública.

2- Introdução

O ensino da Língua Portuguesa perpassa pela apreensão das relações fonéticas, escritas e dos significados, no movimento de alfabetização/letramento do simples ao complexo. Pensar na álgebra sob o aspecto da linguagem é o desafio desta pesquisa.

A investigação começou a partir da experiência como docente de Língua Portuguesa em uma escola de Ensino Fundamental, motivada pela dificuldade dos alunos em entender o papel das letras na álgebra.

Ao explorar a linguagem nas aulas de Português, a retórica faz-se presente, objetiva-se que o receptor compreenda a fala do emissor de maneira precisa e organizada. A Matemática utiliza-se da linguagem simbólica, e no sistema de ensino, segundo as orientações curriculares, é necessário que o aluno aprenda a relação conceitual com esse simbolismo. Desse modo, os discentes se deparam com o desafio de apropriação dos símbolos e seus significados.

Vygotsky foi o autor que estudou o desenvolvimento ontogenético da linguagem, ao abordar como o ser humano se apropria de um signo. Considera-se na pesquisa contribuições para as práticas pedagógicas na constituição de um sujeito que assume um papel social, cultural e histórico mediado pelos signos. Em suma, o pensamento e a compreensão do signo para o homem depende do contexto em que ele está inserido.

A escrita algébrica emprega letras, símbolos e numerais para expressar ideias, conceitos, situações desde as mais simples até as mais complexas. O trabalho da constituição de uma linguagem está relacionado com a formação dos signos: a materialização de significante em significado.

É sob essas reflexões que a pesquisa se direciona, levando em consideração o ensino escolar. Os pressupostos teóricos da perspectiva do lógico-histórico da matemática elucidam a constituição da linguagem algébrica (retórica, sincopada e simbólica).

A metodologia tem a abordagem qualitativa e caráter exploratório com a finalidade de investigar como os signos são utilizados na linguagem algébrica, especificamente por estudantes do 7° ano do Ensino Fundamental, após interagirem com o jogo conexão algébrica.

No capítulo 2, encontra-se uma investigação detalhada sobre a relação linguagem e álgebra. Esta pesquisa foi conduzida através de consultas em três bancos de dados (*Google* Acadêmico, BDTD e CAPES), com uma análise aprofundada em 9 trabalhos. A seleção dos bancos de dados foi um passo crucial para garantir a veracidade das fontes consultadas. Para a análise, os trabalhos selecionados deveriam abordar a união entre linguagem e álgebra, e por meio do resumo de cada um, observou-se as semelhanças e diferenças com esta pesquisa.

A seção 2.1 apresenta a distinção e inter-relação entre os conceitos de língua e linguagem, fundamentados na teoria de Saussure e Vygotsky. Embora os dois autores tenham abordagens distintas, ambos reconheceram a importância da linguagem na vida humana. Saussure focou na estrutura da língua como um sistema autônomo, enquanto Vygotsky destacou o papel da linguagem no desenvolvimento cognitivo e para a formação do pensamento.

Na seção 2.2, é explorado o movimento lógico-histórico da álgebra, examinando sua transformação através das fases da escrita retórica, sincopada e simbólica. Cada uma dessas fases representa um marco significativo no desenvolvimento da álgebra, com suas especificidades e contribuições. A seção contempla a tese de Sousa (2004), que trabalha a álgebra na perspectiva lógico-histórica.

No capítulo 3, a metodologia utilizada na pesquisa é descrita, assim como o produto educacional confeccionado, denominado conexão algébrica. O produto educacional é um jogo, que foi desenvolvido a partir da ideia de abranger as escritas matemáticas (retórica, sincopada e simbólica) e também colaborar no desenvolvimento do ensino-aprendizagem da linguagem algébrica no âmbito escolar para docentes.

O capítulo 4 mostra as análises desta pesquisa, a partir da aplicação do produto educacional e entrevista com os estudantes. Para a análise foi escolhida a formação do signo, abrangendo o pensamento e a linguagem.

No capítulo 5, as conclusões evidenciam a importância da união entre linguagem natural e simbólica na educação matemática e sugerem que uma abordagem mais integrada, que explore a relação entre as linguagens. Além disso, o produto educacional mostrou-se um recurso aliado para a aprendizagem da álgebra.

3 – Signo e linguagem algébrica: Perspectivas

Este capítulo possui o objetivo de apresentar o referencial teórico desta pesquisa, oferecendo uma fundamentação sólida e detalhada que embasa o estudo, elucidando os principais conceitos e estudos prévios relevantes que sustentam a análise e interpretação dos dados.

Com a finalidade de conhecer pesquisas que tratam do tema sobre linguagem algébrica no ensino da Matemática, pelo enfoque histórico-cultural, principalmente que discuta os signos; com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, realizou-se uma revisão bibliográfica de produções acadêmicas publicadas no período de 2005 a 2023, já que a pesquisa com as palavras-chave nos últimos 5 anos trouxe poucos resultados. Os bancos de dados utilizados foram: *Google* Acadêmico, CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações).

A partir da definição de palavras-chave para a busca nos bancos de dados, observou-se a necessidade de uma seleção preliminar dos resultados. Diante disso, houve a criação de um quadro que contemplasse as palavras-chave e total de resultados.

Quadro 1 – Produções acadêmicas sobre linguagem algébrica e signo

Banco de dados	Palavras-chave	Resultados
Google Acadêmico	linguagem algébrica+ signo+ V?gotsk?+ matemática	173
Google Acadêmico	linguagem algébrica+ signo+ V?gotsk?+ matemática+ ensino	172
CAPES	linguagem algébrica + signo+ matemática	0
CAPES	linguagem algébrica+ signo+ matemática+ ensino	1
BDTD	linguagem algébrica+ signo+ V?gotsk?+ matemática	1
BDTD	linguagem algébrica+ signo+ matemática+ensino	5

Fonte: Quadro elaborado pela autora - Dados apurados em 24/06/2023

A pesquisa, no *Google* Acadêmico, resultou em 345 produções, no Banco de dados da CAPES, 1 artigo e 6 pesquisas no BDTD. Os resultados obtidos se articulam com as palavras-chave, entretanto, um refinamento foi realizado adotando a leitura do resumo, e como critério de seleção, observou-se a articulação acerca dos signos e da linguagem e também a utilização da linguagem algébrica com ensino.

Quadro 2 - Quantidade de produções acadêmicas selecionadas

Banco de dados	Palavras-chave	Quantidade
Google Acadêmico	linguagem algébrica + signo+ V?gotsk?+ matemática	20
CAPES	linguagem algébrica + signo+ matemática + ensino	0
BDTD	linguagem algébrica + signo+ matemática+ensino	2

Fonte: Quadro elaborada pela autora - Dados apurados em 24/06/2023

A leitura dos resumos viabilizou a apreciação de cada estudo (22), observando se os objetivos de cada trabalho selecionado estavam de acordo com a perspectiva Histórico-Cultural, e também sobre o conceito de signo. Algumas produções até mencionavam a perspectiva citada, mas sem a articulação com a álgebra, como, por exemplo, a dissertação intitulada *Linguagem e paralisia cerebral: um estudo de caso do desenvolvimento da narrativa* (Massi,1997).

Ademais, a análise indicou que os trabalhos trouxeram conceitos importantes, como o processo de formação do pensamento, trazido por Panossian (2008) (realizado por meio dos processos de abstração, generalização e formação de conceitos). A linguagem como forma de interação foi apresentada na dissertação de Gil (2008), dialogando com Vygotsky, enfatizando que o instrumento que mediatiza o homem e o meio social é chamado de signo.

A seleção listada no quadro 2 contempla as palavras-chave solicitadas, mas nem todas as produções acadêmicas abordam o ensino da matemática, a linguagem no ensino-aprendizagem da álgebra. Portanto, a partir da leitura dos resumos, houve a seleção de apenas 9, conforme o quadro 3.

Quadro 3 – Produções acadêmicas selecionadas a partir do resumo

Ano	Tipo	Instituição	Título	Autor
2006	DM*	UCG	Aprendizagem da Álgebra - uma análise baseada na Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davídov	Kaled Sulaiman Khidir
2008	DM	USP	Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes: indicadores para a organização do ensino.	Maria Lúcia Panossian
2008	DM	PUCRS	Reflexões sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem de álgebra	Katia Henn Gil
2008	DM	UNB	Investigação matemática: uma análise da sua contribuição na construção de conceitos algébricos	Sandra Aparecida O. Baccarin
2015	DM	UNIUBE	Potencialidades da atividade de estudo no desenvolvimento do pensamento e da linguagem algébrica dos alunos dos anos finais do ensino fundamental	Maísa Gonçalves da Silva
2016	DM	UFU	A álgebra na perspectiva histórico-cultural: uma proposta de ensino para o trabalho com equações de 1° grau	Beatriz Aparecida Silva Alves
2017	DM	UFMG	Introdução ao pensamento algébrico: a generalização de padrões	Flávia Christiane do N. Regis
2022	Artigo	Revista Zetetiké	Indícios de significação a partir de diferentes sistemas semióticos no pensamento algébrico	Jefferson Pereira e Adair Nacarato
2023	DM	UFRN	A linguagem no processo de ensino-aprendizagem de matemática: pesquisas fundamentadas na teoria da objetivação	Barbara Thees Ferreira

Fonte: Elaborado pela autora
*DM = Dissertação de Mestrado

A dissertação *Aprendizagem da Álgebra - uma análise baseada na Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davídov,* produzida por Khidir (2006), apresenta as dificuldades e facilidades dos estudantes na aprendizagem da álgebra. O estudo qualitativo ocorreu em um estudo de caso no 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola em Goiás. Identificou-se a abordagem sucinta do surgimento e das principais teses da teoria histórico-cultural, destacando os conceitos que são tomados para a análise e compreensão da aprendizagem da Álgebra, a identificação das dificuldades apresentadas pelos alunos e sua relação como o método de ensino do professor. Segundo o pesquisador, a resolução de problemas de aprendizagem não é estimulada, e quando ocorre não tem como objetivo o desenvolvimento da linguagem e dos conceitos algébricos, prejudicando a elaboração de estratégias com a utilização de conhecimentos anteriores, não promovendo, portanto, o pensamento teórico-científico. O que contraria as premissas de Davídov e de Vygotsky.

A dissertação de Panossian (2008), *Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes: indicadores para a organização do ensino*, tem como objetivo principal a investigação da manifestação do pensamento e da linguagem algébrica com os estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental.

Em correspondência com essa pesquisa, são elencados os movimentos do pensamento para a palavra (variável) e também a apropriação do sistema algébrico, como um sistema de signos. “A linguagem é o principal sistema simbólico dos seres humanos, cumpre uma função mediadora, seus símbolos e signos mediam a comunicação entre as pessoas. Na linguagem, fixam-se os resultados do pensamento. ” (Panossian, 2008).

Os dados foram levantados com um grupo de estudantes de uma escola em São Paulo, com a proposta de cinco situações-problemas diferentes, e que gerariam a necessidade da representação do registro simbólico para a resolução. Como resultado, apresenta a necessidade de o professor reorganizar suas ações para a apropriação de conceitos dos estudantes.

A dissertação *Reflexões sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem de álgebra,* produzida por Gil (2008), procurou compreender as dificuldades dos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental no entendimento dos conceitos e procedimentos que envolvem o estudo da álgebra e propor alternativas de solução. A pesquisadora explicita um panorama histórico sobre a concepção de álgebra e educação algébrica, e também retoma conceitos de Vygotsky (signo, zona de desenvolvimento proximal, conceitos espontâneos e científicos). O estudo qualitativo foi realizado por meio de observações das aulas de álgebra na referida série, com a aplicação de blocos de exercícios divididos por grau de dificuldade. Além disso, houve a entrevista de professores, em que todas foram unânimes em comentar sobre a falta de pré-requisitos dos alunos para o ensino da álgebra (conceitos trabalhados em séries anteriores). Como contribuição, a evidência dos estudos de Gil (2008) corrobora para este trabalho em relação à linguagem

> A internalização desse sistema de linguagem – signo – e das regras que regem esse sistema acontece através de um processo de transformação e não de transferência. Dessa maneira, para Moysés (2006), a passagem do plano externo para o plano interno não se dá como uma simples cópia, ao contrário, essa passagem transforma o próprio processo e muda sua estrutura e funções. Vai acontecer a partir da interação social, de modo que o processo de internalização inicia com uma atividade externa, sendo reconstruída pelo indivíduo (Gil, 2008, p. 27).

A dissertação de Baccarin (2008), intitulada *Investigação matemática: uma análise da sua contribuição na construção de conceitos algébricos*, teve como objetivo investigar as potencialidades na construção de conceitos algébricos pelos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, com a participação de uma professora-colaboradora e a fundamentação teórica de Vygotsky e Vergnaud. A pesquisa de campo foi realizada com um grupo de alunos, e resultou em uma interação dos estudantes para a resolução dos problemas propostos, reafirmando a construção de conceitos.

A dissertação *Potencialidades da atividade de estudo no desenvolvimento do pensamento e da linguagem algébrica dos alunos dos anos finais do ensino fundamental* (Silva, 2015) aborda a relação entre pensamento e linguagem sob a perspectiva Histórico-Cultural e o materialismo histórico dialético, analisando ações de ensino e aprendizagem que envolvem o conteúdo de equações do segundo grau para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola em Uberlândia (MG). O trabalho é relevante para o desdobramento das diferentes linguagens algébricas quais sejam retórica, sincopada e simbólica, sua utilização na atualidade e de como os alunos que estavam em atividade de estudo tiveram oportunidade de desenvolver seu pensamento algébrico.

A dissertação de Alves (2016), *A álgebra na perspectiva histórico-cultural: uma proposta de ensino para o trabalho com equações de 1° grau,* contempla os nexos conceituais da álgebra: fluência, campo de variação e variável, que podem ser apreendidos à luz da teoria histórico-cultural. Além disso, a Atividade Orientadora de Ensino foi utilizada como perspectiva para verificar as implicações pedagógicas no processo de formação do pensamento algébrico. A escolha dessa produção consolida a prevalência do conceito em saber-pensar ao invés do saber-fazer, ou seja, o processo de apreensão do conceito. Ademais, a pesquisa revela que, por meio das análises, houve indícios da formação do pensamento algébrico pelos estudantes.

A dissertação *Introdução ao pensamento algébrico: a generalização de padrões*, elaborada por Regis (2017), teve como objetivo introduzir o pensamento algébrico em alunos do 8º ano de uma escola de Minas Gerais. Com base na teoria da objetificação, a pesquisa foi desenvolvida com a colaboração da professora da sala durante as aulas. Como resultado, houve a identificação do pensamento algébrico nos estudantes por meio de recursos a artefatos como linguagem oral e gestual e uso de materiais. Além das colaborações já elencadas, a pesquisa também produziu um produto (*kit* de provocações matemáticas para o trabalho com o pensamento algébrico), composto de uma caixa com recursos materiais (imagens e cópias para colorir) e um guia com tarefas e orientações acerca de como este se torna um artefato mediador de possíveis mudanças na atividade escolar.

O artigo *Indícios de significação a partir de diferentes sistemas semióticos no pensamento algébrico,* elaborado por Pereira e Nacarato (2022), se baseia na perspectiva histórico-cultural e nos estudos de Luis Radford para a discussão do pensamento algébrico. Os pesquisadores mostraram durante a análise, o processo de elaboração do pensamento e significação, apresentando as falas dos alunos. O referido artigo é o recorte de uma pesquisa de mestrado que versa sobre o formalismo algébrico e a ampliação do pensamento dos estudantes (transformação do símbolo em signo), representando a construção e reconstrução de conceito.

A dissertação *A linguagem no processo de ensino-aprendizagem de matemática: pesquisas fundamentadas na teoria da objetivação,* organizada por Ferreira (2023), objetivou compreender como a relação da linguagem com o ensino-aprendizagem de matemática na Educação Básica. Outrossim, descreveu aspectos relativos à abordagem da linguagem, através de um estudo bibliográfico. O trabalho destacou que a concepção de linguagem e o papel que a linguagem desempenha no processo de ensino-aprendizagem emergem nos trabalhos de modo entrelaçado, isto é, a compreensão de conceitos e a expressão do conhecimento adquirido, por exemplo.

Em resumo, a dissertação de Panossian (2008) relacionou as manifestações do pensamento e da linguagem, trazendo em momentos pontuais a linguagem retórica, sincopada e simbólica. A pesquisa de Gil (2008) trouxe o embasamento teórico de Vygotsky, trabalhando com as dificuldades dos conceitos algébricos do mesmo ano escolar (7º ano do Ensino Fundamental) desta pesquisa. O trabalho de

Silva (2015) também perpassou o histórico da álgebra, mas seu enfoque estava no 9º ano do Ensino Fundamental, diferenciando-se deste trabalho.

Encontra-se contrapontos entre esta pesquisa e a dissertação de Alves (2016), que utilizou a Atividade Orientadora de Ensino e também contemplou os nexos conceituais da álgebra. Assim também se verifica diferenças no trabalho de Regis (2017), que foi desenvolvido com intervenções em aulas de Matemática, com o uso de materiais e da linguagem oral.

Após a análise dos trabalhos, suas semelhanças e diferenças, é importante ressaltar que esta pesquisa é elucidada pelos estudos de Vygotsky sobre linguagem, perpassando o histórico da álgebra e investigando como os signos são utilizados na linguagem algébrica pelos estudantes de um sétimo ano do Ensino Fundamental. Na próxima seção, a reflexão entre as linguagens será trabalhada, com definições de Saussure e Vygotsky.

3.1 – Língua e linguagem: uma relação

Esta subseção apresenta uma análise sobre língua e linguagem, explorando a história e a relação entre os dois conceitos e a linguagem matemática. É importante salientar a ligação da Língua Portuguesa e da Matemática trabalhada nesta pesquisa, associando signo e linguagem algébrica. Além disso, serão abordadas as percepções de Ferdinand de Saussure (1857-1913) e Vygotsky (1896 - 1934) sobre língua, linguagem e signo.

Na cultura, nas interações sociais e também na questão evolutiva do homem, a linguagem se faz presente como manifestação: gestos, objetos, instrumentos. O tempo e o espaço transformam a linguagem em vários tipos de memória: retratos, falas, histórias, relatos e, para que isso aconteça, ocorre o processo de elaboração (o pensamento, a escolha das palavras, a escrita) e, então, o homem se compreende como sujeito.

A linguagem foi o objeto de estudo de muitas ciências, entre elas a filosofia e a lógica. Não há determinação, até hoje, da origem da linguagem, mas estudos criaram hipóteses. Um exemplo é o filósofo Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), que supôs que a linguagem humana evoluiu de forma gradual, a partir da necessidade de exprimir sentimentos. No século IV a.C., Platão estudou as primeiras classificações das palavras (verbo e nome). Na Grécia, houve o interesse pela gramática e também pela linguagem retórica. A gramática constitui-se na história como uma instrumentação das línguas que se apresenta como um modo de ensinar a ler e a escrever corretamente. A retórica representa o estudo das técnicas de convencimento do ouvinte pelo falante, ou seja, como o uso de determinada palavra leva o ouvinte à conclusão esperada.

Para a Linguística, quando se fala em linguagem, oral e escrita, o termo pode ter diversos usos, como a linguagem dos animais, a linguagem falada, a linguagem escrita, a linguagem artística, a linguagem dos gestos. Por isso, faz-se necessário distinguir a linguagem animal da humana, por exemplo. Os animais são capazes de emitir sons que comunicam (exteriorizam) medo, alegria, prazer, e até gestos, porém, essa linguagem é apenas um sistema de comunicação. A linguagem dos animais não é um produto cultural, e também não é aprendida: se organiza biologicamente, ou seja, é herdada pela espécie. Ademais, a linguagem humana pode variar no espaço e no tempo, enquanto a linguagem animal é invariável. Contudo, a linguagem animal é constituída por índices, diferentemente da linguagem humana que é formada por signos, como significantes e significados. Em suma, a linguagem animal não é articulada, ou seja, ela não permite se decompor em elementos menores que possuam significado, e com isso, não possui significação sistêmica. A significação sistêmica funciona como uma estrutura que, em resumo, é um conjunto de significados entrelaçados.

Apesar da Língua Portuguesa e a Matemática serem componentes curriculares distintos, estão interligados. A função de comunicar, transmitir, não está presente apenas na linguagem da língua materna de um determinado povo, como também se observa na linguagem matemática. O processo de transposição da língua materna para a linguagem matemática exige uma identificação dos elementos (signos), já que a matemática possui uma linguagem própria, com símbolos. Por ser uma ciência que possibilita a resolução de certos problemas cotidianos e científicos, a matemática é constituída por uma linguagem em que se objetiva a realidade.

Segundo Leite (2016), a primeira concepção de linguagem era a de que a língua possui origem divina. Na Idade Média, o questionamento passou a ser a lógica e a razão, desfocando os estudos filosóficos da divindade para o homem. A principal indagação era descobrir o que diferenciava os humanos dos animais, e a língua foi a resposta predominante entre os cientistas. O estudo mais profundo sobre a linguagem começou com o povo Hindu, os primeiros a resguardar os escritos em Sânscrito. Já na Grécia, os trabalhos tentavam encontrar a relação entre linguagem, palavra e conceito. Platão, filósofo grego, considera o naturalismo e o convencionalismo na tentativa de explicar como a língua se relaciona com o mundo. Ainda, na Grécia, Aristóteles considerava que a função da linguagem seria a de representar o mundo, traduzi-lo. Para isso, afirmou que a estrutura da linguagem refletia as mesmas estruturas encontradas no mundo, obedecendo a mesma lógica. Posteriormente, os estudos a respeito da linguagem reverberaram em inúmeras orientações, como a sintaxe, a etimologia das palavras, a preocupação do uso da língua em diferentes contextos, demonstrando que a língua é um dos objetos de estudo da linguagem. A linguagem é capaz de abranger as palavras e suas significações, sendo sua principal função social a de comunicar. As funções de produção de significado e o meio sensível em que ocorre a comunicação, ocorre também com a linguagem matemática. Quando o indivíduo utiliza a forma oral da língua está dando o amparo necessário para a escrita. Ao aprender a língua (oral e escrita), é possível realizar a construção de um sistema, que é organizado sintaticamente.

Ao longo dos séculos, a linguagem algébrica foi desenvolvida em três grandes estágios: retórica, sincopada e simbólica, como afirma Sousa (2004). Até a Idade Média (476-1453), a linguagem algébrica era escrita de maneira retórica, com uma metodologia que unia a retórica e a geometria para resoluções. Nessa época, estudos historiográficos apontam que a simbologia, diferente das palavras, não era utilizada.

Até o Renascimento (séculos XIV a XVI), o sistema de signos não estabelecia uma distinção clara entre significante e significado. Em vez disso, a relação entre o signo e seu conteúdo era baseada na semelhança. Assim, a representação funcionava por imitação, caracterizando uma relação literal de semelhança.

É no começo do século XVII, afirma Foucault (1992, p. 66) que “o pensamento cessa de se mover no elemento da semelhança”. A teoria que anteriormente afirmava que o saber se dava pelo semelhante, assume o saber pela representação instaurada como conceito. Também é nesse período que o homem se reconhece como responsável pelo conhecimento do mundo em que vive, além de realizar classificações: conhecimento político, econômico, linguístico. Esse reconhecimento origina a representação dos objetos e na relação entre o sujeito do conhecimento e o objeto dado a conhecer. Aplica-se para o signo um papel diferente daquele que ele tinha nas épocas anteriores.

Utilizando como exemplo o desenho de uma bandeira, é possível estabelecer a representação de uma nação. Esse exemplo de signo demonstra uma relação binária, ou seja, ele dá a ver aquilo que não está presente aos olhos.

No campo da representação, o signo possui regras para a compreensão de seu conteúdo, o que ocasiona numa teoria geral e universal dos signos enquanto projeto que sustenta a ordem no pensamento. “O sistema de signos aproxima todo saber de uma linguagem e busca substituir todas as línguas por um sistema de símbolos artificiais e de operações de natureza lógica. ” (Foucault, 1992, p. 78).

Na Matemática, o século XVII demonstra o uso da simbologia: Viéte e Descartes utilizam a escrita com símbolos, representando um caminho histórico, como afirma Serfati:

> [...] a passagem histórica progressiva entre uma escritura “grega” das matemáticas, puramente retórica, quer dizer, inscrita na língua comum, onde tudo se diz e se calcula em palavras, a uma escritura simbólica onde o texto é quase reduzido a uma concatenação de signos (letras, números, ou signos figurados), que é preciso de início decifrá-los, depois interpretar segundo regras sintáxicas e semânticas prescritas (Serfati,1987, p. 5).

A nova linguagem matemática permitiu novas regras, e consequentemente, novas maneiras para realizar cálculos.

A linguagem não verbal também é um objeto de estudo, destacando a comunicação visual da fotografia, cinema e pintura. No cotidiano, as placas, sinais de trânsito, códigos sonoros, auxiliam na compreensão das atividades linguísticas dos humanos. Outro tipo de linguagem não verbal presente no dia a dia são os gestos, que auxiliam na identificação de intenções, desejos que não são expressos pela linguagem verbal. Os gestos não possuem significados universais, e por isso, variam de cultura para cultura, mas dispõem de fácil decodificação. As comunidades que não têm acesso à língua falada, como os surdos, por exemplo, utilizam a linguagem não verbal como forma de comunicação, semelhante à fala. A LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais) é formada por sinais que combinam formas e movimentos das mãos, com pontos de referência no rosto ou no corpo, e possui estrutura gramatical própria.

A partir do século XIX, a linguagem é vista como um pensamento moderno, que tinha como objetivo a reconstituição das línguas europeias e asiáticas, buscando o processo da fonética.

No século XX, os linguistas começam a analisar a linguagem com outras compreensões, visto que os estudos de Ferdinand de Saussure (1857-1913) corroboram para um novo movimento. Em seu “Curso de Linguística Geral”, na Universidade de Genebra, nos anos de 1906 a 1911, Saussure realiza a distinção entre língua e fala. Somente após sua morte, o curso foi transformado em livro, por Charles Bally e Albert Sechehaye, a partir de anotações de Saussure e de alunos que assistiram ao curso.

A capacidade que o homem tem em se comunicar com seus semelhantes por meio de signos verbais, indica que a linguagem compreende aspectos físicos, fisiológicos e psíquicos. Ela pode ser a representação do conhecimento e pensamento, um código para a comunicação ou ainda uma forma de ação interativa. A definição de linguagem e língua são próximas, porém, a linguagem é associada à capacidade geral de utilizar sinais para se comunicar, enquanto a língua aponta uma possível realização dessa capacidade. Concisamente, qualquer ser humano tem uma linguagem porque possui a capacidade de utilizar a língua (natural; como por exemplo o português, o inglês, o japonês) para se comunicar. A língua é parte essencial da linguagem.

Para Saussure, a língua é uma parte da linguagem:

> Mas o que é a língua? Para nós, ela não se confunde com a linguagem; é somente uma parte determinada, essencial dela, indubitavelmente. t. ao mesmo tempo, um produto social da faculdade de linguagem e um conjunto de convenções necessárjas, adotadas pelo corpo social para permitir o exercício dessa faculdade nos individuos. Tomada em seu todo, a linguagem é multiforme e heteróclita; o cavaleiro de diferentes domínios. Ao mesmo tempo física, fisiológica e psíquica, ela pertence além disso ao domínio individual e ao domínio social; não se deixa classificar nenhuma categoria de fatos humanos, pois não se sabe corno inferir sua unidade. A língua, ao contrário, é um todo por si e um princípio de classificação. Desde que lhe demos o primeiro lugar entre 05 fatos da linguagem, introduzimos uma ordem natural num conjunto que não se presta a nenhuma outra classificação (Saussure, 2006, p. 17).

A língua é entendida como um conjunto de signos utilizados pelos integrantes da mesma comunidade. Em outras palavras, um grupo social convencionaliza e emprega um conjunto de significações do dia a dia. Segundo Saussure (2006), o signo se estrutura em duas faces: o significante, que corresponde à uma imagem acústica e um significado, que é um conceito.

Na utilização da língua, o significante representa a concretização da transmissão da mensagem. A primeira modalidade do uso da língua é a fala, já que cada indivíduo pode utilizar a fala de maneira personalizada, escolhendo determinadas palavras em detrimento de outras. A fala é universal, independente do desenvolvimento do grupo do falante, como por exemplo, não há evidência de nenhum povo que não fale, mas há os que não criaram o sistema de escrita.

A linguagem escrita é um dos mecanismos de expressão. A invenção da escrita é recente se comparada com a fala, já que a fala permeia a antiguidade com a origem do homem. É necessário ressaltar que, geralmente aprendemos a falar antes de aprender a escrever. O papel exercido pela escrita na cultura atual sobrepõe a importância da fala: pessoas alfabetizadas tendem a estimar que os detentores do conhecimento conservam suas conquistas através da escrita, ignorando que a escrita tem a função representante da fala. O movimento do desenvolvimento da linguagem está atrelado ao próprio movimento da ciência.

Segundo Goldfarb (1994), entre os séculos XVI e XVII a ciência moderna ganhou vários nomes, entre eles Filosofia Natural e Nova Ciência. A História da Ciência está entrelaçada à própria Ciência, já que houve muito debate e imposição por parte dos estudiosos. A palavra ciência é latina, utilizada para denominar conhecimento em geral. Somente no século XIX o debate chega ao fim e o termo cientista é criado para significar um especialista, um estudioso. No século XX, a Ciência passou por várias modificações, pois novas teorias que não complementavam as anteriores surgiram. Além disso, as guerras e o avanço da tecnologia fizeram com que a Ciência passasse por uma revisão de critérios. Foi contando e recontando o caminho trilhado pela História da Ciência que foi possível compreender problemas, avanços e falhas que ficaram apagados pela continuidade do progresso científico.

A linguagem acompanhou a história da Ciência: os estudiosos da época precisavam tornar mais simples e fácil a linguagem utilizada por eles (considerada científica) para que o povo pudesse compreender. A articulação entre teoria e prática não era comum, e também havia forte ligação com a Filosofia.

Apesar de as línguas naturais serem diferentes (espanhol, inglês, português, etc.), a maioria delas obedece a uma organização parecida. Isto é, adquirem uma sequência sintática para a criação de frases, a formação de enunciados e um sistema verbal. As análises linguísticas são significativas para o estudo de línguas quase extintas ou mortas, devido a quantidade de falantes.

A formação de enunciados também está diretamente ligada à linguagem matemática, pois a língua é tanto o código no qual são lidos os enunciados como é também parcialmente aplicada no trabalho matemático, já que os elos de raciocínio matemático apoiam-se na língua, em sua organização sintática. A competência desenvolvida pelo estudante em Português o condiciona para todas as aprendizagens escolares. A competência de interpretação textual compreende a capacidade de interpretar enunciados na linguagem matemática, já que se trata de um registro linguístico especializado. A linguagem escrita matemática se define como um registro científico, com características próprias. Um exemplo disso é a função, que transforma um elemento em outro, ou até mesmo a representação de um número. Desta forma, o estudante necessita de dois níveis de compreensão para o enunciado matemático: apropriação da linguagem matemática (vocabulário) e conversão da língua, no caso o português, para matemática.

A linguagem simbólica, utilizada atualmente nas escolas, permite uma escrita condensada, precisa e que auxilia no raciocínio matemático. Entretanto, a utilização dos símbolos causa ambiguidades, pelo fato de existirem significados alternativos (o termo “face” pode significar uma região delimitada, mas também uma parte dessa região), ou ainda pelo processo de integração das linguagens (o caso do “x”, por exemplo).

O x, que na língua portuguesa corresponde a uma letra do conjunto de consoantes que compõem o alfabeto, na linguagem matemática pode retratar um sinal da multiplicação. Em português, o x poderá ter diferentes representações, isto é, na escrita fonográfica este irá representar uma consoante que, na ortografia, pode representar quatro sons/fonemas (exemplos: abaixo [ʃ], exército [z], explicar [s] e táxi [ks]), e na escrita matemática este pode representar uma variável, ou seja, números, matrizes, que se quer identificar ou encontrar, por meio de um processo de transformações matemáticas. As diferenças se caracterizam na formação e desenvolvimento dos signos.

Dentre os vários estudiosos da linguagem, destaca-se a perspectiva vygotskyana. Vygotsky foi um importante psicólogo russo que afirmou que o desenvolvimento das crianças ocorre em função das interações sociais, e contribuiu para o progresso dos estudos do pensamento, da fala e da linguagem.

Vygotsky direcionou parte de seus estudos na relação entre pensamento e linguagem. A linguagem, por intermédio da palavra, é o componente fundamental do sujeito e do conhecimento. Vygotsky considera que o desenvolvimento do pensamento está ligado à linguagem, já que tudo que é utilizado pelo homem para representar, evocar ou tornar presente o que está ausente constitui um signo: a palavra, desenhos, símbolos.

Segundo os estudos de Vygotsky (2009), entre a relação do pensamento e da linguagem, tanto nos humanos quanto nos animais, o pensamento e a linguagem possuem origens diferentes. As pesquisas aconteceram após o autor observar que os cientistas consideravam pensamento e linguagem como aspectos isolados, sem considerar a relação entre eles. As pesquisas também indicam que as relações estruturais e funcionais entre eles não são lineares e mecânicas, mas sim complexas.

> Um pensamento pode ser comparado a uma nuvem parada, que descarrega uma chuva de palavras. É por isso que o processo de transição do pensamento para a linguagem é um processo sumamente complexo de decomposição do pensamento e da recriação em palavras. Exatamente porque um pensamento não coincide não só com a palavra mas também com os significados das palavras é que a transição do pensamento para a palavra passa pelo significado (Vygotsky, 2009, p. 478).

Sucintamente, embora o pensamento e a linguagem tenham raízes diferentes, ambos se relacionam de forma dinâmica e complexa. Outrossim, verifica-se na criança que o desenvolvimento de ambas segue trajetórias diferentes, de modo que Vygotsky (1979, p. 71) afirma “inicialmente, o pensamento é não-verbal e a linguagem não-intelectual”. O pensamento é não-verbal pois há uma lógica nas ações da criança, antes da utilização dos signos.

Abordando o universo dos signos, Vygotsky analisa as operações mentais por intermédio de outros signos, destacando o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Vemos o uso da palavra linguagem nos estudos para representar o pensamento e também o uso exterior (a fala, a escrita). No decorrer de seu trabalho, Vygotsky afirma que língua e linguagem possuem uma diferença. A linguagem refere-se à capacidade humana de criar e exprimir significados, e ainda modificar sua espécie. A língua, com seu uso verbal, é a nossa principal linguagem, e é utilizada como sinônimo, porém, se for engendrada como palavras e sons, língua não é linguagem. Pode-se compreender por linguagem um sistema simbólico, indispensável e cheio de significados, já que é possível ensinar sons e letras sem ensinar linguagem.

> A função primordial da fala é a comunicação, o intercâmbio social. Quando o estudo da linguagem se baseava na análise em elementos, também esta função foi dissociada da função intelectual da fala. Ambas foram tratadas como funções separadas, até mesmo paralelas, sem se considerar a interrelação de sua estrutura e desenvolvimento (Vygotsky, 1996, p. 6).

De acordo com Vygotsky, a linguagem possui três funções (emocional, comunicativa e a organização do pensamento/comportamento), sendo a de organização do signo a mais importante. A interação com o semelhante gera a necessidade de comunicação, como o exemplo do bebê, que ainda não consegue articular as palavras, e nem compreender o que o adulto fala, mas é capaz de indicar um objeto, identificar sons. Entretanto, para que haja uma comunicação aprimorada, é necessário utilizar signos que possuam significado para o outro, que transmitam ideias, sentimentos, emoções, vontades e pensamentos.

A palavra "cadeira", por exemplo, possui um significado específico, que os usuários da língua portuguesa associam a um objeto. Cada indivíduo tem em sua mente uma representação de cadeira: cor, formato, material, tamanho, entretanto, o conceito de cadeira denomina algo que é constituído socialmente, entendível por outras pessoas, mesmo que cada um tenha experiências distintas com o termo cadeira.

O pensamento generalizante é o episódio acima descrito: tornar a linguagem um instrumento do pensamento individual e coletivo, pois a linguagem propicia os conceitos e os meios de organizar o real, mediando sujeito e objeto.

A relação entre signo e linguagem algébrica pode ser explorada através da interpretação dos símbolos matemáticos como signos que representam a comunicação de ideias, a relação entre significante e significado, a estrutura organizacional (conjunto de significados entrelaçados). A linguagem é uma ferramenta fundamental para a mediação entre o indivíduo e o mundo, e os signos são veículos para a comunicação e organização do pensamento. Enfatizando o processo histórico (retórica, sincopada e simbólica) dentro do contexto do desenvolvimento e do pensamento simbólico, a linguagem algébrica passou por transformações. Ao longo da história da humanidade, a transformação da linguagem expressou a necessidade de comunicação, levando ao desenvolvimento de signos cada vez mais sofisticados para representar conceitos e ideias. O mesmo aconteceu com a linguagem matemática, passando de sistemas de contagem simples para formas mais abstratas de representação, como a álgebra. Os signos matemáticos, como numerais (representação gráfica de um número), letras (variáveis, sendo as mais comuns "x", "y" e "z"), sinais (+, -, /, x), permitem expressar relações conceituais em determinado contexto.

Para Vygotsky (2009), o uso dos signos como símbolos, incluindo os símbolos algébricos, são uma forma avançada de pensamento que se desenvolve através da interação social e da internalização dos conceitos. Assim, a aprendizagem da linguagem algébrica envolve a apropriação e manipulação dos signos matemáticos. Ademais, a internalização do signo reflete o desenvolvimento cognitivo e a capacidade de raciocínio do estudante.

Em síntese, a relação da linguagem como um meio para comunicar as ideias através dos signos é uma capacidade humana, pois significante e significado estão intrinsicamente ligados para a formação de um signo. O significante é a forma perceptível, como uma palavra ou som, enquanto o significado é o conceito ou ideia associada a essa forma. Saussure retrata essa relação em sua teoria semiótica, demonstrando que, além de intrínsecos, são arbitrários: não há uma conexão natural entre a forma e o significado, ela é estabelecida pela convenção social e cultural.

Na língua, os signos formam um conjunto de significados entrelaçados que obedecem a uma estrutura. Essa estrutura retoma significante, significado e a relação entre eles, sendo elementos básicos para a comunicação linguística. Além disso, na língua natural, os signos também obedecem a regras gramaticais e sintáticas que permeiam sua combinação em frases e textos coerentes. A formação de um enunciado é uma unidade de comunicação que expressa uma ideia completa, ou seja, consiste em uma ou mais frases que, por sua vez, são compostas por signos linguísticos organizados de acordo com as regras gramaticais. Essa formação também leva em consideração a organização lógica das ideias e a conexão entre as partes para que haja sentido ao interlocutor.

Na Matemática, observamos a organização na construção de uma equação, por exemplo. Entende-se por equação uma sentença matemática que possui igualdade entre duas expressões algébricas e uma ou mais incógnitas. Toda equação é composta por: primeiro e segundo membro, uma ou mais incógnitas e o sinal de igualdade. Ao dizer “Qual é o número que multiplicado por ele próprio dá 16?", a representação matemática seria: $x^2=16$, e ao tentar resolvê-la, queremos encontrar todos os números que tornem a igualdade possível.

A linguagem humana pode variar no espaço e no tempo. Essas variações podem ocorrer devido a mudanças culturais, sociais, históricas e geográficas. Dentro de uma mesma região geográfica, é possível observar uma variação linguística, seja por influência cultural, histórica ou social, incluindo diferenças na pronúncia, vocabulário. Assim como um determinado grupo de falantes pode ter formas distintas de se comunicarem, ao longo das gerações também sofre alterações. A linguagem pode variar de acordo com o contexto comunicativo, como formalidade e informalidade, linguagem escrita e falada. Essas variações refletem a natureza dinâmica e viva das línguas, que constantemente se adaptam e se modificam para atender às necessidades e às mudanças na sociedade. Portanto, a linguagem está interligada com a capacidade humana de criar e exprimir significados, modificando sua espécie.

A linguagem algébrica, tal como a conhecemos hoje, tem raízes profundas e um longo caminho de progressão, que se estende por séculos. O desenvolvimento da linguagem algébrica reflete o pensamento matemático humano.

O objetivo desta subseção foi aborda a língua e a linguagem sob a perspectiva vygotskyana e de Saussure, e então a sequência desta pesquisa com o histórico da linguagem algébrica será feito com o embasamento da tese de Sousa (2004).

3.2 – O histórico da linguagem algébrica

A presente subseção apresenta a articulação das colaborações históricas à álgebra, à luz da tese de Sousa (2004). A relação entre as linguagens escritas algébricas também é retratada, juntamente com o paralelo de Saussure sobre significante e significado. O estudo do lógico-histórico da linguagem algébrica com os signos produziu elementos para a elaboração do produto educacional, pois procurou-se estabelecer, nas cartas do jogo, um paralelo com as escritas algébricas.

A etimologia da palavra álgebra recorre ao árabe, e em seu princípio remoto era utilizada como recomposição dos ossos do corpo humano. Deste modo, o algebrista era um médico ou até um curandeiro que recolocava os ossos quebrados ou deslocados em seu devido lugar.

O árabe Al-Khwarizmi utilizou o termo álgebra em seu livro “Al-Jabr w’al-Muqabala” no campo da matemática, e não mais na medicina. No livro, o autor indica que havia descoberto que as pessoas necessitam de três tipos de números: unidades, raízes e quadrados, e demonstra como resolver equações usando métodos algébricos. Segundo ele, a solução não estava nos números que precisávamos descobrir, mas em um processo que pudéssemos aplicar. A ideia da álgebra que conhecemos hoje não pode ser considerada descoberta, mas sim um processo.

Processo que envolveu diretamente a linguagem, entrelaçando com a geometria, o sistema numérico, a origem do zero, e desse modo, se transformando em álgebra retórica, sincopada e simbólica. Ao longo da história, os povos utilizavam o que era indispensável para garantir a sua comunicação e seu desenvolvimento, e a linguagem estava atrelada às necessidades para deixar o processo mais simplificado, como uma simples representação numérica. Para Sousa (2004, p. 93), “quando tratam de buscar soluções para seus problemas, as diversas civilizações têm como ponto de partida a linguagem natural, a palavra e as representações que envolvem a figura, o desenho”.

Segundo Sousa (2004), a evolução da álgebra ensinada na escola nos dias atuais (simbólica), trilhou um caminho lógico-histórico. O caminho percorrido buscava respostas para a relação entre pensamento e realidade humana, e a linguagem passou por três estágios: a retórica (primitivo), que era escrita com palavras e completamente verbal, a sincopada (intermediária), que adotou algumas abreviações, e a simbólica (final), que utiliza a simplificação e símbolos. Esse caminho durou mais de três mil anos, até chegar à álgebra atual. O estudo da história possibilita a percepção da matemática como o resultado de uma elaboração humana, sua formalização e, claro, que nenhum produto está pronto e acabado.

Segundo Sousa (2004, p. 92), “a resolução de equações é decorrente das *práxis* de filósofos, matemáticos. É resultado da tentativa de compreender a regularidade contida na realidade”. No estudo específico do pensamento algébrico, várias civilizações (Índia, China, Egito, Grécia) verificaram a necessidade de elaborar sua própria álgebra, para que os problemas cotidianos fossem resolvidos.

Percebe-se, então, que a álgebra retórica se iniciou com a descrição em língua materna para a resolução de problemas, e claro, utilizando apenas as palavras, já que não havia o uso de símbolos para representar variáveis. As resoluções dos problemas eram escritas em formato de prosa e com passos descritivos.

A linguagem retórica abordada por Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.), filósofo grego e que prestou contribuições em diversas áreas do conhecimento, se baseava em três pilares (credibilidade do orador, capacidade de despertar emoção no público e uso da lógica e razão) . Conforme elucida Reale (1997), Aristóteles dividia as áreas de conhecimento em três ciências, e as classificava hierarquicamente: as ciências teoréticas eram contemplativas (física, matemática), depois as ciências práticas (ética e política) e, por fim, as ciências poiéticas (artes).

Desde a antiguidade grega, a retórica é uma definição complexa, pois a partir de sua criação atrelada à ideia de persuasão, o discurso (escrita e oral) tinha o objetivo de convencer e, por isso, utilizava argumentos para que o enunciado pudesse ser compreendido. Com o propósito de criar uma teoria para a retórica, Aristóteles propôs-se a repensar o que até aquele momento tratava de algo ligado à filosofia. A função persuasiva da retórica foi primordial para sua criação, e também a mais evidente. A linguagem retórica era estudada como uma arte essencial para a comunicação persuasiva e eficaz. No período clássico, a retórica era ensinada como parte fundamental da educação, e sua ligação era com a oratória e também a persuasão pública. Os oradores eram treinados para usar uma combinação de *ethos* (credibilidade), *pathos* (emoção) e *logos* (lógica) para persuadir seu público. Analisando o discurso, é possível verificar a persuasão através da escolha da tese, dos argumentos, das figuras de linguagens. Eles usavam metáforas, metonímias, hipérboles, antíteses, para tornar os discursos eloquentes. A linguagem retórica é uma ferramenta que tem sido usada ao longo da história em diversos contextos, desde discursos políticos até o texto publicitário.

A linguagem retórica na matemática pode não ser tão evidente quanto em áreas como a oratória, mas é possível identificá-la em apresentação de conceitos matemáticos. Na explicação de um conceito, é comum recorrer a metáforas, analogias e até a comparação com situações reais (divisão de uma pizza, cálculo da distância entre dois pontos). Na apresentação de soluções de problemas, a organização lógica e a estruturação são os próprios argumentos. Os matemáticos utilizam uma linguagem precisa para guiar o leitor através do raciocínio por trás de uma demonstração. Na sequência sintetizamos como a linguagem retórica é apresentada nas historiografias, tendo por base Sousa (2004).

Os babilônios conheciam geometria e álgebra, e resolviam problemas usando a linguagem retórica, conforme afirma Collette (1973):

> A álgebra babilônica é retórica, ou seja, os problemas algébricos são formulados e resolvidos sem o uso sistemático de notações algébricas ou simbólicas (como hoje). Os babilônios podiam resolver equações quadráticas (completando o quadrado ou por substituição), algumas equações cúbicas e biquadráticas. Por exemplo, um problema consiste em saber o comprimento do lado de um quadrado cuja área menos o lado é igual a 870. Isto equivale a resolver a equação $x^2 - x = 870$ (Collette, 1973, p. 20).

É possível verificar a retórica na linguagem matemática encontrada em Al-Khwarizmi, citada por Boyer, para a resolução de x=5 ± $\sqrt{25} - 21$:

> É preciso que vocês entendam também que quando tomam a metade das raízes nessa forma de equação e então multiplicam a metade por ela mesma; se o que resulta da multiplicação for menor que as unidades mencionadas acima como acompanhando o quadrado, então vocês tem uma equação (Boyer, 1974, p. 168).

A descrição acima indica uma linguagem algébrica e que também revela a escrita retórica dos sinais (multiplicação e divisão, no caso). A linguagem retórica é uma argumentação. Tenta-se apresentar cálculos, verdades, convencer, realizar uma exposição de ideias que leve ao resultado. A não utilização de símbolos e abreviações caracteriza a linguagem retórica. Verifica-se uma certa organização, a ausência de sinais, e até mesmo a falta de um signo para um significante, como demonstra Boyer (1974, p. 209, grifo do autor) em "um cubo e coisa <u>igual</u> a um número", referindo-se à resolução de uma equação de Cardano (1501-1576). A linguagem matemática, nessa época, era muito ligada à linguagem natural, descrevendo o raciocínio.

A linguagem de Al-Khwarizmi é retórica, e é por meio de seus livros que o termo álgebra e a palavra *algorismi* são descritas. Além disso, escreveu seis capítulos curtos, sobre seis tipos de equações formadas com as três espécies de quantidade (raízes, quadrados e números). Segundo Boyer (1974), é notória a influência dos gregos no trabalho de Al-Khwarizmi, demonstrando o uso da geometria, e exemplifica a linguagem retórica para a equação $x^2 + 10x = 39$:

> Traça um quadrado ab para representar, e sobre os quatro lados desse quadrado coloca retângulos c, d, e e f cada um com largura 2 ½. Para completar o quadrado maior é preciso acrescentar os quatro pequenos quadrados nos cantos. Portanto, para completar o quadrado somamos 4 vezes, 6 ¼ unidades ou 25 unidades, obtendo, pois, um quadrado de área total 39 + 25 = 64 unidades. O lado do quadrado grande deve, pois, ser de 8 unidades, de que subtraímos 2 vezes 2 ½ ou 5 unidades, achando x = 3 (Boyer, 1974, p. 168).

Al-Khwarizmi utiliza a retórica para representar uma figura geométrica (retângulos c, d, e, e f) e também a descreve através da linguagem algébrica. A linguagem mostra que o autor faz o uso do pensamento algébrico.

Segundo Sousa (2004), a criação egípcia denominava *ahá*, para identificar quantidades sem necessitar de números. Seu significado é de monte, montão, utilizado como um valor desconhecido. Essa descoberta marca o desenvolvimento da linguagem matemática, ou seja, a matemática começa a ter uma linguagem própria, como afirma Sousa (2004, p.106): “é a partir de uma palavra, que os egípcios pensam sobre o valor desconhecido, a incógnita”.

Sabe-se que o valor desconhecido, incógnita, é também uma variável. Uma variável pode ser representada por um símbolo ou uma letra significando número ou outros objetos matemáticos. A ideia de incógnita e variável remonta à antiguidade, pois a noção de quantidades desconhecidas foi gradualmente introduzida para lidar com problemas que envolviam equações e relações matemáticas. Diofanto e Euclides (360 – 295 a.C.) começaram a trabalhar com problemas que envolviam quantidades desconhecidas, mas a formalização de incógnita e variável ocorreu durante a Idade Média e o Renascimento, com o desenvolvimento da álgebra simbólica.

Sobre a linguagem retórica, com base nas citações encontradas nas obras de Boyer (1974), é preponderante o uso de verbos no modo imperativo, o uso de conectivos que exprimem processo e argumentos: “Traça um quadrado ab para representar, e sobre os quatro lados desse quadrado coloca retângulos c, d, e e f cada um com largura 2 ½” (Boyer, 1974, p. 168).

As escritas normalmente se referem aos problemas e suas soluções, envolvendo quantidade inteira ou fracionária, e o termo “coisa” para representar quantidade. Além disso, é possível verificar o uso da geometria: “Agora, porém, é necessário que demonstremos geometricamente a verdade dos mesmos problemas que explicamos com números” (Boyer, 1974, p. 168).

Após a fase retórica, a álgebra sincopada é o processo que a literatura histórica afirma consistir principalmente na utilização de abreviações e também alguns símbolos durante o desenvolvimento dos cálculos e resultados.

> Abreviando as palavras e mantendo o pensamento, pode-se considerar o momento da álgebra sincopada [...]. Este usou palavras e abreviaturas para estudar o movimento e considerava que a variável estava relacionada ao número, não às suas propriedades ou à sua representação geométrica (Panossian, 2008, p. 48).

Diofanto de Alexandria (não há um consenso sobre seu nascimento, mas acredita-se que tenha nascido entre 201-204 d.C. e falecido entre 284-298 d.C.), matemático grego, foi um dos pioneiros na utilização de símbolos em operações matemáticas, e usou o alfabeto grego para representar variável numérica.

> Isto funcionou tomando o alfabeto grego comum de 24 letras e aumentando-o com três letras obsoletas para dar um total de 27 símbolos. Estes foram divididos em três grupos de nove cada. As primeiras nove letras deste alfabeto representavam os dígitos de 1 a 9, o segundo, as dezenas de 10 a 90, e o terceiro, as centenas 100-900. Os gregos não tinham símbolo para zero (Miranda; Brandemberg, 2013, p. 5).

A linguagem utilizada para descrever a álgebra sincopada é a simplificação. Comparado com o método da álgebra retórica, é como se a sincopada utilizasse a fonética para uma brevidade na escrita, empregando abreviaturas e até símbolos para representar um som ou um conjunto de sons. Na Língua Portuguesa, as abreviações e abreviaturas estão no contexto de formação das palavras, que abrange a composição e derivação das palavras. A abreviação do vocábulo é conhecida também como forma reduzida da palavra e compreende na redução da palavra até um limite, de modo que não haja prejuízo ao entendimento (abreviação de telefone é fone, por exemplo). Já a abreviatura é a representação de uma palavra através de suas sílabas ou de letras. Para que as abreviaturas possam ser utilizadas em textos, há regras específicas, conforme o Manual de Comunicação (2024):

> 1. As abreviaturas formadas por redução de palavras, em geral a primeira sílaba, mantêm a acentuação e recebem ponto. Para o plural, acrescenta-se *s*: pág., págs., séc., sécs. 2. Os símbolos (sistema métrico, unidades, elementos químicos) são invariáveis, não têm plural e não são seguidos de ponto. Use espaço entre o número e o símbolo: 10 m, 10 kg, 10 km. 3. Em geral, os símbolos são escritos com letra minúscula. Entretanto, se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é maiúscula: Pa (Pascal), Hz (Hertz), W (Watt) (Brasil, 2024).

Conforme Sousa (2004), Diofanto usava um sinal especial para representar a incógnita (ς). Não existia um símbolo específico para indicar adição, mas existia para subtração, portanto, era preciso escrever todos os termos negativos após os positivos.

> A sincopação da álgebra considera os estudos do matemático grego Diofanto, que por sua vez, constitui em nexos conceituais, as figuras e imagens que auxiliam o pensamento, na elaboração de abstrações e na resolução de equações, característica própria da matemática grega (Sousa, 2004, p. 111).

Além de utilizar um sinal especial para incógnita, Diofanto também utilizava símbolos para as potências da incógnita, como afirma Eves:

> Assim, “incógnita ao quadrado” se indica por Δ^{Y}, as duas primeiras letras da palavra *dunamis,* que significa “potência” e “incógnita ao cubo” se denota por

> K^Y, as duas primeiras letras da palavra *kubos*[1], que significa “cubo”. Facilmente se explicam os símbolos das potências seguintes da incógnita, $\Delta^Y\Delta$ (quadrado-quadrado), ΔK^Y (quadrado-cubo) e K^YK (cubo-cubo) (Eves, 2011, p. 209).

Na transição das escritas algébricas, Nicolas Chuquet (1445- 1488) foi um matemático francês que publicou o primeiro livro de álgebra em francês (*Le Triparty en la science des nombres* - A ciência dos números em três partes). O autor trata o zero como um número sem valor e como um espaço reservado vazio, como afirma Collette (1973, p.162): “Chuquet diz sobre esses símbolos que o décimo algarismo não tem valor ou não significa valor e, portanto, é chamado de zero ou nada ou algarismo sem valor”.

No decorrer de seu livro, Chuquet faz a transição da linguagem retórica para a sincopada. Na primeira parte, quando trata dos números que podem ser somados, subtraídos e multiplicados, utiliza a linguagem retórica, como afirma Collette:

> A coisa toda é essencialmente retórica, sendo as quatro operações fundamentais indicadas pelos termos mais, menos, multiplicar por e começar por. Às vezes, as operações mais e menos são abreviadas, conforme o costume, por p e m, respectivamente (Collette, 1973, tradução nossa).

Na segunda parte da obra, Chuquet apresenta a extração de raízes. É possível verificar a transição entre retórica e sincopada quando o autor exprime $\sqrt{14-\sqrt{180}}$ para a forma sincopada $R^2 \cdot 14 \cdot$ ṁ R^2 . 180. Chuquet utiliza ṁ para a representação de menos (*moins*, em francês) e p para mais (*plus*, em francês). Outro personagem destacado pela historiografia é François Viète (1540-1603), que corroborou para a introdução de símbolos e aos poucos substituiu as palavras por equações na forma simbólica. Empregou vogais para representar as incógnitas, substituiu as palavras mais e menos por p e m, e para multiplicação fazia uso da palavra in, para divisão usava a barra de fração e um dos seus maiores feitos foi o conceito de parâmetro. De 1550 a 1650, a álgebra se modifica com Viète.

> Logo que a soma do produto do defeito semelhante pela raiz excesso com o produto do excesso semelhante pela raiz defeito é dividida pela soma do excesso com o defeito semelhante, aparece a raiz justa (Peyroux, 1990, p. 83).

---

[1] Optou-se por Eves (2011), que utiliza kubos e não kybos.

Para a resolução do problema, Viète utilizou os números, conforme afirma Gil (2001, p. 83): "Viète terminou exemplificando numericamente a solução encontrada. Tomando B igual a 40 e D igual a 100, A seria igual a 30 e E a 70".

A linguagem, mais uma vez, revela a necessidade das civilizações de criação e modificação. Séculos se passaram para que houvesse uma síntese na escrita, uma simplificação construída relacionada à diminuição do esforço cognitivo, uma economia do pensamento como nos diz Caraça (1951).

> Esta diretriz, de substituir a escrita de uma definição, corresponde a um princípio geral de economia do pensamento que nos leva, seja nos actos elementares da labuta diária, seja nas construções mentais mais elevadas, a preferir sempre, de dois caminhos que levam ao mesmo fim, o mais simples e mais curto (Caraça, 1951, p. 27).

A análise de Sousa (2004) sobre a importância do trabalho de Viète para a matemática é fundamental para a conexão entre raciocínio e simbologia. Entende-se por raciocínio a capacidade de pensar logicamente, organizar ideias, fazer inferências e chegar a conclusões com base em informações disponíveis, além de envolver a habilidade de usar palavras, símbolos e estruturas da linguagem para se comunicar e expressar pensamentos de forma coerente, conforme afirma Sousa (2004): "Modificação conceitual: esta é a definição que podemos dar à linguagem simbólica proposta por Viète. Tal linguagem, a partir de convenções, tem por objetivo auxiliar o pensamento na realização de suas tarefas".

Ainda sobre a modificação conceitual, é importante destacar que Diofanto e Viète possuem diferenças em seus trabalhos.

> O foco de Diofanto era o número que até então, não conhecia uma teoria mais geral. Já o contexto de Viète vai lhe permitir pensar sobre a variável, a partir do movimento, da fluência [...]. Os "insights" feitos pelo pensar sobre a realidade desses personagens nos auxiliam até hoje a compreender a necessidade do pensamento em se desprender do numeral sem ignorar o número (Sousa, 2004, p. 120).

Sobre a linguagem sincopada, apoiando-se nas citações de Collette (1973), é possível encontrar nos problemas matemáticos: R^2 significando raiz quadrada, termos descritos advindos da linguagem retórica como conclui-se, igualdade ou igualmente. Sinal específico para representar incógnita (ς). Não existia o símbolo da adição, somente para subtração (escreviam os termos negativos após os positivos), o zero representava algo sem valor e era chamado de "nada". Além disso, havia equações envolvendo raízes e as letras p e m representavam menos e mais (moins e plus). “É possível verificar a transição entre retórica e sincopada quando o autor exprime $\sqrt{14 - \sqrt{180}}$ para a forma sincopada $R^2 \cdot 14 \cdot \dot{m}\ R^2 . 180$” (Collette, 1973).

Somente na metade do século XVII a álgebra simbólica é instaurada como conceito científico, já a linguagem passou a ser formalmente estudada como um conceito científico no século XIX.

Temos no final do século XIX início do século XX, o contributo de Ferdinand de Saussure para a compreensão da linguagem como um fenômeno complexo que podia ser analisado e estudado, desenvolvendo a linguística estrutural, isto é, introduziu a ideia de que o signo linguístico é composto por significante e significado; diferenciou língua e fala; propôs que a língua deveria ser vista como um sistema de elementos inter-relacionados, em que cada elemento é determinado por sua relação com os outros elementos do sistema.

Entretanto, o ensino atual da álgebra simbólica (século XXI), nas escolas, está diretamente ligado à variável representada por letras, sem explorar analogias com outras variáveis, como o tempo, representado pelo relógio. Se, para os árabes e europeus, a palavra “coisa” significava algo desconhecido, o significante para o ensino de álgebra atual é fundamentalmente do “x”. Desse modo, a dimensão simbólica do signo e do significante se torna indispensável para a apropriação do conceito científico.

Sousa enfatiza a abordagem empírica da álgebra nos dias atuais:

> Se reduz o conceito de variável a um de seus aspectos, a incógnita. Quando se solicita que um estudante faça uso do conceito de variável na resolução de diversos problemas, tanto nas aulas de matemática como nas aulas de física e química, por exemplo, este tem dificuldades em resolvê-los porque não entende o conteúdo concreto do conceito em questão (Sousa, 2004, p. 133).

Sobre a linguagem simbólica, a partir das citações de Gil (2001), encontra-se nos problemas matemáticos a transformação das palavras em numerais e equações. “Considerando de novo B igual a 60, D igual a 180, R igual a 1 e S igual a 5, a raiz justa era, de facto, 80”. Para a divisão utilizavam a barra de fração (/), as consoantes representavam os números, dispunham da noção de variável (que pode assumir qualquer valor em um conjunto) e as vogais representavam a incógnita. Outrossim, a linguagem simbólica é a utilizada nos dias atuais nas escolas para o ensino da álgebra.

Faz-se necessário destacar a álgebra geométrica, que foi elaborada pelos gregos, e é utilizada até os dias de hoje. Segundo Sousa (2004), os povos consideravam as grandezas geométricas mais completas do que o conjunto de números racionais, sendo os segmentos de reta os elementos primários da álgebra geométrica e, a partir disso, desenvolveu-se as operações de cálculo (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Apesar de fazer parte do desenvolvimento da linguagem algébrica, estando ao lado da retórica, a álgebra geométrica não foi aprofundada nesta pesquisa, visto que haveria o trabalho com figuras, e que não ia ao encontro dos objetivos já mencionados neste estudo.

Além dos fatos históricos, os estudos debruçados em Educação Matemática apresentam a dificuldade de professores no ensino da álgebra e dos alunos na aprendizagem. A dificuldade de compreensão dos alunos em relação à álgebra tem ligação com o desenvolvimento do pensamento e a apropriação de conceitos teóricos.

A ideia defendida por Vygotsky (2009) de que é na interação por meio da língua, da linguagem e dos símbolos que se realiza a mediação entre o indivíduo e a cultura, identifica a internalização como um processo em que é possível abstrair um conceito e torná-lo universal, via mediação pela linguagem.

Em suma, a linguagem retórica na matemática evidencia a aproximação do conceito do signo da língua natural. O uso dos símbolos de maneira descritiva, os problemas envolvendo a geometria que obedecia às regras gramaticais demonstram que o signo matemático é o mesmo utilizado na língua natural. Além disso, os problemas descritos transmitem a ideia de ordem, com o uso de verbos que indicam que aquele era o "modo" de se resolver.

A linguagem sincopada é o resultado de uma série de influências históricas e culturais, que moldaram a forma de comunicação mais rápida, trazendo elementos do oral para o escrito e, na matemática, o pensamento da representação de algo abstrato através de um símbolo começou a ser desenvolvido. Percebe-se, então, que a formação do signo antes atrelada somente à língua natural, começa a modificar a ligação com o significante. Essa ligação pode ser encontrada nas abreviações que, por sua vez, remetem ao uso social da linguagem da época, já que uma letra podia representar uma operação matemática, como o $\dot{m}$ que representava menos (moins, em francês). Portanto, pode-se inferir que, na linguagem sincopada matemática, havia a função da linguagem, a comunicação, já descrita como processo no capítulo anterior.

A linguagem simbólica permitiu que os matemáticos pudessem expressar suas ideias de maneira mais abstrata e generalizada, contribuindo para avanços significativos, como o uso de letras para representar as variáveis, os símbolos para as operações matemáticas. Esses símbolos têm significados convencionais dentro de determinado contexto, retomando a ideia de significante e significado. A linguagem simbólica é utilizada nas escolas para o ensino da álgebra, que pode ser aplicada a diversos problemas do mundo real, ajudando os estudantes no desenvolvimento de habilidades analíticas. Observa-se, então, que a linguagem simbólica desenvolveu um sistema próprio, pois possui a passagem do significado da letra com a retórica (coisa), depois carregando os símbolos da linguagem sincopada e, por fim, subtraindo a retórica.

4 - Metodologia

O objetivo deste capítulo é apresentar o caminho metodológico delineado para a pesquisa, caracterizando-a como bibliográfica e exploratória, já que este estudo pretende “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (Gil, 1999, p. 41).

> Uma dimensão que não deve ser abstraída quando da realização da pesquisa qualitativa é que ela inclui a subjetividade do pesquisador, expressa na escolha do tema, dos entrevistados, no roteiro de perguntas, na bibliografia consultada e na análise do material coletado. Nesse tipo de pesquisa, a preocupação não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão da situação de pesquisa escolhida (Batista; Júnior, 2021, p. 18).

Sendo uma pesquisa exploratória, a metodologia utilizada foi a qualitativa, envolvendo a revisão bibliográfica e a observação dos participantes durante a aplicação do produto educacional. A pesquisa exploratória é um tipo de investigação que busca entender um assunto ou fenômeno de forma preliminar e ampla. Geralmente, é utilizada quando há pouco conhecimento sobre determinado assunto ou quando se pretende explorar novas ideias ou hipóteses. Esta pesquisa tem como questão norteadora como os signos contribuem para a compreensão da linguagem algébrica? Sem a pretensão de esgotar a temática, buscamos subsídios para iniciar essa discussão considerando a educação escolar.

Segundo Gil (1999), é importante ressaltar que a pesquisa exploratória não segue um modelo rígido e pode variar dependendo do contexto, do problema de pesquisa e dos recursos disponíveis. A flexibilidade e a capacidade de adaptação são fundamentais para esse tipo de pesquisa.

Embora a pesquisa qualitativa seja uma abordagem oportuna para a compreensão de fenômenos, ela também apresenta desafios e limitações. Uma delas está ligada ao viés do pesquisador, no que se refere à interpretação dos dados da pesquisa. Outra dificuldade é referente à replicabilidade, já que o contexto e a interação se tornam únicos.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é investigar como os signos são utilizados na linguagem algébrica, especificamente por estudantes do 7° ano do Ensino Fundamental, após interagirem com o jogo conexão algébrica. Para tanto, como objetivo específico destaca-se a elaboração e aplicação do produto educacional que nomeamos por conexão algébrica, a fim de colaborar para o ensino-aprendizagem da linguagem algébrica, perpassando pelas escritas retórica, sincopada e simbólica.

O Mestrado Profissional articula os conhecimentos escolares de diversas disciplinas da Educação Básica, e o produto educacional visa corroborar a comunidade escolar para o aprofundamento teórico e prático das demandas educacionais.

No que tange a parte prática, refletimos a respeito das indicações de Davydov (1930 - 1998) no campo da teoria da atividade e da educação, quando se refere a abordagens práticas para a educação baseadas nos princípios da psicologia histórico-cultural, ao enfatizar a intervenção do contexto social e cultural na aprendizagem e no desenvolvimento. O autor destaca que, no ensino escolar, deve-se prevalecer o conhecimento teórico, além de métodos de ensino que promovam a atividade mental dos estudantes e sua capacidade de resolver problemas de forma independente.

Desse modo, buscamos explorar por meio de um jogo as relações entre os signos produzidas pelos estudantes em situações que envolvem as linguagens retórica, sincopada e simbólica da álgebra.

Portanto, busca-se, por meio do jogo elaborado como produto educacional, a criação de futuras situações de ensino que propiciem discussões conceituais que permeiam as linguagens algébricas.

O jogo é uma ferramenta para trabalhar conceitos em sala de aula, que estimula o desenvolvimento intelectual, a imaginação e novas habilidades. A Matemática exige a apropriação de conceitos, muitas vezes abstratos, e então o jogo mostra-se um aliado. Conforme afirma Grando (2004):

> A Matemática existe no pensamento humano e, por isso, depende de muita imaginação para definir suas regularidades e conceitos. Torna-se necessário aos processos pedagógicos considerar a importância de se ampliar a experiência das crianças a fim de proporcionar-lhes momentos de atividade criadora (Grando, 2004, p. 21).

Quando a criança está jogando, é possível observar que ela busca soluções, analisa o adversário, desenvolve a capacidade de fazer perguntas, repensa situações e tenta resolver problemas.

> Considera-se que o jogo, em seu aspecto pedagógico, se apresenta produtivo ao professor que busca nele um aspecto instrumentador, e, portanto, facilitador da aprendizagem muitas vezes de difícil assimilação, e também produtivo ao aluno, que desenvolveria sua capacidade de pensar, refletir, analisar, compreender, levantar hipóteses, testá-las e avaliá-las com autonomia e cooperação (Grando, 2004, p. 14).

A parte empírica da pesquisa foi realizada em uma escola localizada no interior do estado de São Paulo. A escola está situada em um bairro de classe média/baixa. A demanda de alunos é alta, pois acolhe os estudantes das regiões mais distantes, já que abrange dois períodos, matutino e vespertino. Com a faixa etária dos estudantes dos 6 aos 15 anos de idade, a escola contempla o Ensino Fundamental I e II. No ano da pesquisa, a escola contava com 14 salas de aula, duas salas de vice direção, uma sala de coordenação, uma sala de direção, uma secretaria, uma sala dos professores, um banheiro dos professores (feminino e masculino), uma cozinha dos professores, uma sala de informática, uma sala de leitura, uma sala de vídeo com computador e projetor, pátio interno e externo, banheiro dos alunos, uma quadra poliesportiva. A escola comporta 800 matriculados.

Os participantes da pesquisa foram 16 alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, com idades entre 12 e 14 anos. Os critérios para a inclusão dos alunos no estudo foram: aceitar participar da pesquisa e estar na turma do sétimo ano. Ressaltando que, todos os participantes e respectivos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/TCLE (processo no 6.038.849).

A escolha do 7º ano do Ensino Fundamental deu-se pela importância do pensamento algébrico ser enfatizado. Os conceitos trabalhados seguem até o Ensino Médio, e são necessários para que possam ser aplicados em várias situações, como por exemplo, a resolução de problemas. O documento norteador (BNCC) para o ensino da Matemática no Ensino Fundamental, cita a relevância da resolução de problemas no ensino de matemática.

> Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) (Brasil, 2018, p. 264).

A intervenção didática, envolvendo um jogo, explora a resolução de problemas na relação entre a álgebra retórica, sincopada e simbólica.

Nos dias 25 e 29 de abril de 2024, foram reunidos para jogar 4 alunos de cada vez, houve a gravação de vídeo e áudio dos alunos jogando e também das entrevistas, com o objetivo de registro de dados, visto que o vídeo apresenta a possibilidade de se revisitar a qualquer momento o que foi vivenciado.

> A gravação em vídeo durante a validação, momento em que as informações estudadas são apresentadas, discutidas e validadas pelos interlocutores em campo, tem-se mostrado um instrumento surpreendente na confrontação dos dados obtidos e analisados em todo processo avaliativo, pois permite que a equipe de avaliação retome o momento em que foi desenvolvida a validação e traz, novamente, as manifestações de todos os participantes, clareando possíveis dúvidas e enriquecendo os resultados finais (Leonardos; Ferraz, 1999, p. 3).

Para o protótipo do produto educacional, houve a análise do jogo “Quarteto Brasil”, que consiste em um jogo de cartas de baralho relacionadas a um tema, com o foco nas regiões do Brasil. O objetivo é conseguir um quarteto de cartas que se relacionem: um estado, a capital e duas cidades. O jogo proporciona o desenvolvimento da memória, da atenção e dos conhecimentos geográficos. No mínimo são 3 participantes, que recebem as cartas igualmente distribuídas e tentam formar um quarteto que se relacione.

Depois da análise do jogo “Quarteto Brasil”, a pesquisadora utilizou o estudo das escritas algébricas para as cartas do jogo conexão algébrica. Entretanto, fez-se necessário o tratamento didático nas cartas, para adequar aos estudantes.

Posteriormente ao protótipo do jogo e o questionário, houve a aplicação do jogo com os participantes desta pesquisa. A coleta dos dados foi composta também por entrevista, que contou com quatro estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental. Segundo Gil (1999), a entrevista é uma das principais técnicas de coletas de dados qualitativos, que permite a compreensão em profundidade de fenômenos sociais e a construção de conhecimento em diferentes áreas de estudo. A estrutura da entrevista (questões) foi elaborada para que os estudantes refletissem sobre a relação dos signos das linguagens no jogo, suscitando conceitos. Logo após os estudantes utilizarem o jogo conexão algébrica, o vencedor e um dos outros participantes realizaram a entrevista com a pesquisadora, de maneira individual. A gravação em vídeo e a transcrição permitiram que nenhum dado coletado fosse perdido.

As etapas relacionadas à entrevista foram: elaboração do roteiro (questões que favorecessem a obtenção de dados mais estruturados); condução da entrevista de maneira harmoniosa com dois estudantes (ganhador e um perdedor); registro de dados por meio de gravação e transcrição, garantindo a fidelidade e precisão dos dados coletados. As questões foram:

1 – Você utilizou alguma estratégia para ganhar o jogo? Qual (is)? Nesta carta (mostrar a linguagem retórica) que relação você fez?

2 – O que você achou mais difícil enquanto jogava? Tem algo nas cartas que você não entendeu? Você esperou alguma outra carta para entender essa que você não entendeu?

3 – Quais relações você fez entre as cartas (mostrar o quinteto que ganhou)? Existe um contexto entre elas ou um sistema? Elas estão de acordo com as normas gramaticais do Português?

4 – Qual relação você faz entre o que aprendeu de álgebra e o jogo? Qual dessas cartas mais se aproxima da álgebra que você conhece (simbólica)? Você já resolveu problemas envolvendo equações algébricas? Você conseguiria resolver este problema (mostrar a carta simbólica do primeiro conjunto)?

5 – A carta (mostrar a carta do professor) ajudou você a ganhar? No quinteto que você formou, o que esta carta explicou? Faltou alguma coisa nesta carta, você acrescentaria algo? O professor explica em sala de aula da mesma forma que está escrito na carta?

6 – Ao observar os mesmos resultados nas cartas, o que você procurou olhar nas cartas para ganhar? Olhando esta carta (mostrar uma carta com problema) você consegue transformar em uma expressão algébrica (pedir para o aluno tentar)? E ao contrário (mostrar uma carta simbólica), você consegue transformar?

7 – Observando as três cartas (primeiro conjunto – retórica, sincopada), você consegue resolver? (Insistir no raciocínio, mesmo que o estudante não consiga

resolver algebricamente – o que você entendeu desse problema? O que significa isso?) E a agora (mostrar a simbólica) você consegue resolver?

8 - Observando as três cartas (primeiro conjunto – retórica, sincopada e simbólica), você notou alguma organização que se repetia, ou ainda uma estrutura? Acha que cada uma delas tem uma função? (Perguntar e pedir para mostrar a carta, dar exemplos – o que é metade? O que é triplo? E se esse número for um qualquer, como eu expresso esse número?)

9 – Você sabe o que é uma variável? E uma incógnita? Você observou esses termos no jogo?

O objetivo das questões 1, 2, 3, 6, 7 e 8 foi identificar quais relações os estudantes produziam entre os signos das linguagens retórica, sincopada e simbólica e se utilizaram alguma mediação nessa relação.

O objetivo das questões 4, 5 e 9 foi conhecer um pouco sobre o que os estudantes conheciam sobre álgebra e se faziam relação com o jogo a fim de avaliar se o produto tem um potencial de material didático. Além disso, se o conhecimento sobre álgebra do estudante mediou alguma relação entre os signos.

Os dados coletados abarcaram a formação do signo, abrangendo o pensamento e a linguagem. Para preservar a identidade dos estudantes, utilizou-se E1, E2, E3 e E4 para identificação dos entrevistados. Na análise serão apresentados os dados coletados a partir da aplicação do produto educacional, conexão algébrica, e entrevistas com os estudantes participantes. Lembrando que, a pesquisa contou com dezesseis estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental, entretanto, as entrevistas foram realizadas com quatro participantes.

5 – Resultados e Análise

5.1 – Produção do jogo conexão algébrica

Ao termos como eixo norteador da pesquisa as relações entre as escritas retórica, sincopada e simbólica da álgebra e corroborando com Sousa (2004), há o favorecimento da aprendizagem ao perpassar pelos elementos lógico-históricos, pois o histórico do conceito matemático leva o estudante à reflexão. Na sala de aula atual, são reproduzidas lógicas de ensino, como exemplo as fórmulas, que são apresentadas sem uma conexão com a realidade, o que não desperta o interesse do estudante. Portanto, foi adotada como premissa para a elaboração do produto educacional “Conexão algébrica”, as relações entre a linguagem retórica, sincopada e simbólica na formação da linguagem algébrica.

Desta forma, compreendeu-se que as etapas do processo deviam se dar, primeiramente, pelo entendimento da questão norteadora desta pesquisa, considerando as especificidades do público-alvo e o contexto escolar. Depois de analisar os objetivos, se deu a confecção do protótipo. Foi feita a análise do jogo “Quarteto Brasil”, pois era necessário escolher uma referência lúdica educacional que pudesse contemplar a linguagem e pudesse estimular o raciocínio lógico. Após, o que havia de relação entre as linguagens (retórica, sincopada e simbólica), e como cada uma delas se conectava com a álgebra.

Algumas escritas algébricas (retórica, sincopada e simbólica) pertencentes em historiografias foram selecionadas para a construção do jogo, conforme abaixo. A partir delas, houve o tratamento didático para que pudessem contextualizar com a realidade escolar, levando em conta o sétimo ano do Ensino Fundamental.

> A experiência do historiador permitirá contextualizar os documentos, aspecto esse que o tratamento didático deverá contemplar para que a atividade didática possa oferecer uma aprendizagem interdisciplinar. Por sua vez, o contexto histórico em que se inserem esses documentos pode auxiliar o educador a refletir sobre o que buscar na história, visto que documentos devidamente contextualizados trazem à luz a concepção de ciência e matemática que influencia, quando não fundamenta, a prática ou a teoria pedagógica vigente numa determinada época (Saito; Dias, 2013, p. 101).

O tratamento didático tem o objetivo da preservação do histórico com adequações para o público-alvo, ou seja, foram analisadas as características das escritas algébricas utilizadas na pesquisa (retórica, sincopada e simbólica) e o essencial de cada escrita para elaboração das cartas.

O jogo foi elaborado com a criação de 5 conjuntos de 5 cartas de baralho cada um, 3 delas possuem uma relação algébrica entre as escritas retórica, sincopada, simbólica e uma é um problema, que pode ser generalizado por meio dessas escritas. A última carta elaborada foi a “carta da mestra”, que tem como objetivo colaborar na explicação de algum conteúdo constante em uma das cartas, como um professor. O objetivo do jogo é que o estudante forme, ao menos, um quinteto. As demais regras são:

Regras do jogo Conexão Algébrica

Objetivo: Formar um quinteto de cartas que faça correspondência através de conexões algébricas e linguísticas.

Jogadores: de 3 até 5 jogadores

Preparação do Jogo:

1. **Embaralhar e Distribuir:**

- Embaralhe todas as cartas do baralho.
- Distribua as cartas aleatoriamente entre os jogadores. Não se preocupe se um jogador receber um número diferente de cartas; isso não afetará o andamento do jogo.

Dinâmica do Jogo

2. Formação do Quinteto:

- Cada jogador deve tentar formar um quinteto de cartas que se conectem por suas propriedades algébricas e linguísticas. As cartas que não forem utilizadas no quinteto devem ser mantidas em mãos.

3. Turno de Jogo:

- O jogador que possui o maior número de cartas em mãos inicia o jogo, oferecendo uma carta ao jogador à sua esquerda.
- Se o jogador oferecer uma carta que permita a formação de um quinteto, ele deve colocá-lo na mesa, baixando todas as cartas do quinteto. Caso contrário, o jogador acumula a carta oferecida junto com as outras em suas mãos.

4. Sequência de Jogadas:

- O jogo segue em sentido horário, com cada jogador repetindo o processo de oferecer uma carta ao próximo jogador.

Situações Especiais

5. Reinício do Jogo:

- Se, por acaso, um jogador conseguir formar um quinteto antes do início da partida (ou seja, com as cartas que recebeu), todas as cartas devem ser embaralhadas e redistribuídas.

Conclusão do Jogo

6. Vencedor:

- O vencedor é o jogador que formar um quinteto e baixar todas as suas cartas de uma só vez.

Divirta-se jogando!

Link para o jogo: https://hdl.handle.net/11449/259716

Para que o jogo pudesse abranger um quinteto observou-se a pesquisa de Geronimo (2011), com estudos sobre o Papiro de Rhind, principalmente no que se refere ao enunciado do problema.

Levando em conta a realidade dos estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental, as cartas do jogo foram confeccionadas com uma linguagem que trouxesse os elementos essenciais citados no item anterior (termos, símbolos e representações) e que possibilitassem ao estudante realizar a ligação entre as cartas, por si, ao relacionar as linguagens e a álgebra. Portanto, os exemplos a seguir mostram como foram elaboradas as cartas do jogo a partir do tratamento didático.

Exemplo da carta sobre linguagem retórica:

Utilizando a citação de Boyer (1974, p. 209) em "um cubo e coisa igual a um número". Observamos a palavra "coisa" indicando variável, a palavra "cubo" indicando operação matemática e a palavra "igual" com significado de equivalência. No tratamento didático, substituímos o cubo por metade e adaptamos a uma estrutura atualizada da língua.

Com o tratamento didático: Tenho uma coisa e subtraio a sua metade, que é igual a 36.

Tenho uma coisa e subtraio a sua metade, que é igual a 36.

Exemplo da carta sobre linguagem sincopada:

Utilizando o detalhamento de Roque (2012):

> Diofanto usou o símbolo análogo à letra grega ζ para representar à incógnita; para o quadrado da incógnita usou Δ^Y, à qual chamou dynamis (quadrado); para cubo da incógnita usou K^Y e chamou-lhe Kybos; para a potência de expoente quatro usou $\Delta^Y\Delta$ e chamou-lhe dynamis-dynamis; para as potências de expoente cinco e seis usou, respectivamente, ΔK^Y (dynamis-kybos) e K^YK (kybos-kybos) (Roque, 2012, p. 232).

Com o tratamento didático: ζ ad. a sua terça parte = 36 e Q. nº ad. nº=36.

ζ ad. a sua terça parte = 36

Exemplo da carta sobre linguagem simbólica:

Com base nos problemas matemáticos citados no artigo de Vieira (2020, p. 56) “Considere que x=4 e calcule o valor da expressão 2x+5”.

Com o tratamento didático: X + 2X = 36.

X + 2X = 36

Exemplo da carta da mestre:

A carta da mestre tem por objetivo explicar elementos de uma das cartas do quinteto, e procura explicitar ao leitor uma informação que colabore para a compreensão, como um professor em sala de aula.

Com o tratamento didático: A palavra “coisa” refere-se à uma quantidade qualquer. Era uma palavra utilizada por antigos matemáticos. Atualmente, usamos com frequência a letra x.

A palavra “coisa” refere-se à uma quantidade qualquer. Era uma palavra utilizada por antigos matemáticos. Atualmente, usamos com frequência a letra x.

Exemplo de carta com problema

Metodologicamente, a carta problema corrobora os pressupostos trazidos por Sousa (2004), em que o estudante deve utilizar o conceito de incógnita e variável em problemas. Por conseguinte, optamos por relacionar com os problemas matemáticos abordados nos papiros que refletem a linguagem retórica.

Para tanto, utilizou-se um dos problemas (número 25) citados por Geronimo (2011, p. 33), sobre o Papiro de Rhind.

“Problema 25

Uma quantidade e sua ½ adicionada completam 16. Qual é a quantidade?

[...] ”

Apesar de o problema acima citado envolver o uso de fração, entendemos que não é o enfoque desta pesquisa.

Com tratamento didático: Uma quantidade e sua metade subtraída completa 36. Qual é a quantidade?

Uma quantidade e sua metade subtraída completa 36. Qual é a quantidade?

Estrategicamente, todas as equações têm o segundo membro da equação igual a 36 para que esse não fosse um critério de agrupamento dos quintetos. Outro parâmetro na confecção do jogo foi usar dobro, metade e expoente 2, uma vez que são operações que estudantes têm dificuldade e, com isso, poderiam buscar outros elementos de agrupamento, produzindo mais conteúdo nas explicações na entrevista. Todos os conjuntos de cartas estão no apêndice desta pesquisa.

5.2 – O jogo e as entrevistas

A presente subseção apresenta a transcrição das entrevistas com os quatro estudantes após interagirem com o produto educacional conexão algébrica. As quatro partidas duraram em média de 45 minutos cada uma, sendo um total de 16 participantes. As entrevistas ocorreram logo após o jogo.

Você utilizou alguma estratégia para ganhar o jogo? Qual (is)? Nesta carta (mostrar a linguagem retórica) que relação você fez?

Sim, juntei as cartas com o mesmo número. (E1)

Tentei juntar as cartas. Eu tentei juntar as palavras. (E2)

Quando olhei a carta, pensei que era 18, porque eu subtraí a metade então eu pensei que era metade porque 18 é metade de 36 [...] (E3)

Sim, eu tentei procurar as mesmas palavras nas cartas, a palavra triplo, por exemplo. Observei a palavra adicionada, metade e triplo. (E4)

O que você achou mais difícil enquanto jogava? Tem algo nas cartas que você não entendeu? Você esperou alguma outra carta para entender essa que você não entendeu?

Não entendi bastante coisa, mas quando a outra carta chegava eu juntava as palavras com os números [...] (E2)

A palavra coisa eu fiquei confusa, pois podia ser uma letra e também porque podia ser um número. Essa daqui a do subtotal (não entendeu). Eu tinha mais ou menos entendido porque tinha uma carta parecida com essa, mas era um texto, e pensei deve ser o subtotal da outra carta. Essa outra era a carta da mestre. (E3)

Quais relações você fez entre as cartas (mostrar o quinteto que ganhou)? Existe um contexto entre elas ou um sistema? Elas estão de acordo com as normas gramaticais do Português?

Todas tinham o mesmo resultado, 36. Daí precisa juntar as palavras que combinavam. (E1)

Fiz relação das palavras com os números. (E2)

[...] todas dão 18. Estão certas, de acordo com o português, mesmo tendo letra e número. (E3)

Que todas têm as mesmas palavras, porque fica mais fácil de achar, né? A carta da pergunta (mostrando a carta com o problema) faz eu achar o resto, que é o resultado da pergunta. Todas as cartas estão escritas corretamente, depois eu entendi que ad. era adicionada. (E4)

Qual relação você faz entre o que aprendeu de álgebra e o jogo? Qual dessas cartas mais se aproxima da álgebra que você conhece (simbólica)? Você já resolveu problemas envolvendo equações algébricas? Você conseguiria resolver este problema (mostrar a carta simbólica do primeiro conjunto)?

Sei que essa (mostrando a linguagem simbólica) é uma expressão algébrica, porque a professora já falou. (E2)

Que o x ele pode ser qualquer número né, ele pode ser 9 ou 6, mas aí você tem que encontrar o resultado dele, ou melhor o número que ele tá representando. A que mais se aproxima da álgebra é essa do número (fazendo referência a uma carta com linguagem simbólica) e também essa daqui (mostrando a carta com problema) por causa do número. (E3)

Precisa da álgebra para entender o jogo. A carta com os símbolos é a que mais se parece com a álgebra. Eu já resolvi problemas com álgebra, e olhar a carta cheia de símbolos ajuda a resolver o problema. (E4)

A carta (mostrar a carta do professor) ajudou você a ganhar? No quinteto que você formou, o que esta carta explicou? Faltou alguma coisa nesta carta, você acrescentaria algo? O professor explica em sala de aula da mesma forma que está escrito na carta?

Ela me ajudou a ganhar e deve ser a primeira, porque é mestra. (E1)

Ela me ajudou a ganhar, está escrito: era uma palavra utilizada por antigos matemáticas atualmente usamos a letra x. A palavra coisa se refere a qualquer quantidade, então ela explicou a palavra coisa. Depende do aluno não ia conseguir fazer essa relação, tá! Por exemplo, o aluno não ia sacar a mesma relação que você fez (apontando a carta da mestra e as outras). Eu ia acrescentar nessa carta da mestra: junte as cartas que tem a palavra coisa e o x. Meu professor explica que se tiver uma palavra que você não consiga identificar, como por exemplo uma coisa, ela quer dizer que qualquer coisa pode ser o x, pode ser em qualquer interpretação e aqui ele pode ser representado como um X como Y pode ser qualquer letra. (E3)

Não ajudou. Eu não consegui entender, ela não tinha todas as palavras, só triplo. Eu colocaria metade, adicionada e triplo. Se o professor for explicar multiplicação, seria do mesmo jeito da carta, e álgebra também do mesmo jeito. (E4)

Ao observar os mesmos resultados nas cartas, o que você procurou olhar nas cartas para ganhar? Olhando esta carta (mostrar uma carta com problema) você consegue transformar em uma expressão algébrica (pedir para o aluno tentar)? E ao contrário (mostrar uma carta simbólica), você consegue transformar?

Quando peguei as cartas procurei algo perto das palavras que se repetiam. Não consigo transformar. (E1)

Eu olhava triplo, metade e às vezes o número com o x, adição e subtração. Sei comparar, mas não sei resolver. (E2)

[...] Eu olhava as dicas, por exemplo, eu recebi uma carta da Alice que veio do Eduardo foi uma dessa (mostrando a carta da linguagem simbólica), mas era com y. Essa era uma dica, ela era uma dica porque ela dava 36, mas ela tinha a letra e número e como a letra é representada por qualquer número, podia ser 36 como a dela, mas era Y, e o y ele não dava certo, não sei eu não consegui somar direito, não sei eu fiquei sem graça de deixar o meu outro colega esperando e então passei a carta.
Nessa carta do problema eu ficaria em dúvida se é "UMA" quantidade ou "A" quantidade, se eu trocar e escrever o A fica tudo diferente porque o A na minha cabeça é afirmativo.
Não, eu não consigo resolver a carta do problema eu não consigo, mas essa daqui (mostrando a carta simbólica) eu consigo.
Essa daqui (mostrando a carta do problema), eu pediria para o professor explicar. (E3)

Eu comecei a olhar as palavras. Metade é quando divide por 2, triplo é vezes 3, adicionado é mais. (E4)

Observando as três cartas (primeiro conjunto – retórica, sincopada), você consegue resolver? (Insistir no raciocínio, mesmo que o estudante não consiga resolver algebricamente – o que você entendeu desse problema? O que significa isso?) E a agora (mostrar a simbólica) você consegue resolver?

Cada uma das cartas têm uma função. Percebi que a carta mestra é sempre a primeira, depois tem bastante a palavra triplo, metade e o número 36. Eu também olhava o x, porque ele pode ser um número também. A metade também pode ser um número. Sei dizer que o resultado é 36. (E1)

Eu acho que todas essas aqui (mostrando o conjunto todo) se você for montar a conta vai precisar subtrair, porque essa daqui é metade essa daqui subtraio e essa daqui e tem o sinal de subtrair e para você achar metade dela você precisa subtrair ou dividir. Nessa outra (indicando a sincopada) não tem subtração, não sei se o sub é subtração ou subtotal. (E3)

Observando as três cartas (primeiro conjunto – retórica, sincopada e simbólica), você notou alguma organização que se repetia, ou ainda uma estrutura? Acha que cada uma delas tem uma função? (Perguntar e pedir para mostrar a carta,

dar exemplos – o que é metade? O que é triplo? E se esse número for um qualquer, como eu expresso esse número?)

Repete o resultado 36. (E1)

Acho que tem de juntar as palavras e os números, e que cada uma tem uma função. Sei que metade é 2. (E2)

Acho que todas servem para a mesma coisa. É um terço ou um quarto. O triplo seria o 3/4 da fração ou três décimos. (E3)

Só o resultado. Sem a carta escrita eu não conseguiria juntar a conta. Repete o sinal menos, metade, x/2 e sub., que é subtração. (E4)

Você sabe o que é uma variável? E uma incógnita? Você observou esses termos no jogo?

É aquilo que varia e a palavra incógnita é uma dúvida, eu já ouvi essa palavrinha em algum lugar, mas não sei muito bem, acho que é uma dúvida. Não observei essas duas palavras no jogo. (E3)

Variável é que pode mudar, trocar, alternar. Incógnita eu não sei. O x é uma variável, porque tem resultados diferentes. (E4)

5.3 – Análise das entrevistas

Uma das funções da linguagem é a de comunicar ideias, e pode ser observada na teoria de Saussure (1857- 1913), demonstrando o uso dos signos como intrínsecos e arbitrários: não há uma conexão natural entre a forma e o significado, ela é estabelecida pela convenção social e cultural. Sobre forma e significado, a questão da entrevista "quais relações você fez nesta carta (carta que continha linguagem retórica) ", mostra que os estudantes buscavam interpretar a linguagem retórica da matemática por meio da língua materna, o português:

> *"Eu observei adicionada, metade, triplo " (E4),*
> *"Eu olhei e achei que era 18, porque 18 é a metade de 36. Fiquei confusa com coisa, podia ser uma letra ou um número " (E3).*

Para Vygotsky (2009), o significado da palavra é um fenômeno do pensamento e da linguagem. Verificamos que os estudantes, durante a entrevista, afirmam procurar as mesmas palavras para formar o conjunto das cartas, isto é, recorriam ao signo da Língua Portuguesa (língua materna) para uma associação na linguagem matemática. Ao dizer que observou a palavra adicionada, metade e triplo, o estudante revela que não importava todo o contexto da linguagem retórica de determinada carta, mas signos isolados, como também, com a palavra coisa que podia ser uma letra ou um número. Em suma, buscavam o significado ou a generalização do sentido de determinadas palavras.

A associação das palavras demonstra a tentativa de encontrar signos que se aproximem dos significados já estabelecidos. Ainda assim, os alunos apresentam conhecimentos matemáticos quando questionados sobre o significado de adicionada, metade e triplo:

> *"Metade é dividido por dois, triplo é multiplicado por 3, adicionado é mais " (E4).*

Observa-se, então, que o significante encontra o significado, quando o estudante indica que o conceito da divisão, por exemplo, é utilizar usar uma operação matemática com o numeral 2. Além disso, há uma mudança de contexto (língua natural para linguagem matemática) e o estudante E4 foi capaz de externalizar o pensamento intelectual em verbal, fazendo o uso de conceitos matemáticos ao manifestar que 18 é metade de 36, relações estas não exclusivas da linguagem algébrica, mas que as integra.

A organização semântica da linguagem das cartas do jogo foi observada:

> *"Procurava as mesmas palavras nas cartas"* e depois citou *"tinha uma carta parecida, mas era um texto" (E4).*

Portanto, o estudante identifica que um conjunto de palavras pode formar um texto e, então, é possível decompor em unidades menores (palavras). Todos os entrevistados afirmaram que as cartas estavam de acordo com as normas gramaticais do português, observando a língua materna, e novamente há uma evidência na fala de um estudante da aproximação da língua:

> *"A pergunta do problema faz eu achar o resto, o resultado da pergunta, porque a pergunta tem interrogação " (E4).*

Evidenciando que o ponto de interrogação indicava um questionamento e apontando uma organização sintática, já que as palavras (signos) possuem regras para serem assimiladas, e a pontuação na língua contribui para a organização dessas regras.

Para o entendimento do enunciado matemático, escrito na linguagem simbólica, deve-se recorrer a um conjunto de signos entrelaçados e organizados sintaticamente, utilizando a linguagem matemática. O mesmo ocorre com as palavras na língua, porém a transposição de uma para a outra não é direta. A estudante E3, quando questionada sobre a palavra coisa, respondeu:

> *"Fiquei confusa, pois podia ser uma letra e também porque podia ser um número" (E3).*

Relacionando o enunciado matemático à escrita algébrica. Até seu próprio conceito de variável poderia ser o mediador dessa confusão.

Como dissemos anteriormente, na elaboração das equações presentes nas cartas, foi pensado em não variar o segundo membro da igualdade, justamente para que os estudantes procurassem relacionar outros elementos. Eles perceberam isso, o estudante diz que:

> *"A única coisa que se repete nas cartas é o resultado, 36" (E4).*

Com isso, a relação de E1 foi com as palavras:

> *"Precisa juntar as palavras que combinavam"* (E1).

Assim como E2, que declara:

> *"Eu acho que prestei mais atenção nas palavras do que nos números" (E2).*

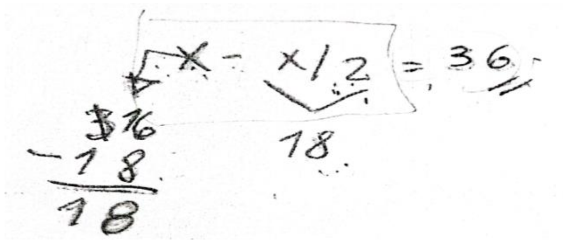
Essas respostas indicam um potencial didático que poderia ter o uso da linguagem retórica antes da simbólica para aprendizagem da álgebra.

Em relação ao sinal de igual na aritmética, sabe-se que é usado comumente para representar a resposta de uma operação; a linguagem algébrica amplia esse conceito para as equações com o significado de equivalência. Na pergunta “nesta carta (linguagem retórica – tem uma coisa e subtrai a sua metade que é igual a 36) que relação você fez? ”, a E3 diz:

> *“Quando eu olhei a carta, pensei que era 18, porque eu subtraí a metade, então eu pensei que era a metade, porque 18 é a metade de 36” (E3).*

Indicando o uso operacional do sinal de igual e não usando a equivalência. Quando solicitada para resolver a equação x-x/2=36, conforme figura abaixo, a E3 evidencia que partiu do sentido operacional da equação (=36) para resolvê-la, e ainda assim, atribuiu 36 ao valor de “x”, indicando o conhecimento de que o “x” pode assumir um valor numérico.

Figura 1 – Resolução de equação da E3



Fonte: dados da pesquisa

Também pode-se descrever linguagem como um sistema, cheio de significados. Na linguagem algébrica simbólica, atualmente ensinada em sala de aula, as letras representam números na maioria das situações. Durante as entrevistas, os estudantes disseram:

> *“O “x” pode ser qualquer número, pode ser um nove, um seis, mas você precisa encontrar o número que ele representa ” (E3),*
> *“A carta com x é a que mais parece álgebra, porque olhar ela resolve o problema ” (E4),*
> *“Sei que essa carta cheia de símbolos é uma expressão algébrica, porque a professora já ensinou ” (E2).*

Portanto, os estudantes identificaram a carta da linguagem simbólica relacionando-a com a álgebra, mas não consideraram as cartas da linguagem retórica e sincopada como tal. A sintaxe da linguagem é a indicação do contexto algébrico para eles e não o conceito de variável.

A observação feita por E4 *"olhar ela resolve o problema"* aponta que a carta do problema estava relacionada à carta da linguagem simbólica. A palavra "resolve" pode estar associada a uma experiência do estudante com transcrição da língua natural para a linguagem simbólica, que é comum em exercícios de livros didáticos. Para E3, a carta do problema precisaria ser explicada pelo professor, mas que a carta da linguagem simbólica do mesmo conjunto conseguiria solucionar:

> *"Não, eu não consigo resolver a carta do problema eu não consigo, mas essa daqui (mostrando a carta simbólica) eu consigo. Essa daqui (mostrando a carta do problema), eu pediria para o professor explicar" (E3).*

Contudo, ao serem questionados se conheciam variável e incógnita, respectivamente, responderam:

> *"O x é uma variável, porque tem resultados diferentes. Variável é o que pode mudar, trocar, alternar, mas incógnita eu não sei " (E4),*
> *"Variável é o que varia e incógnita é uma dúvida, eu já ouvi essas palavras, mas não vi no jogo " (E3).*

A relação de cotidianidade do conhecimento na formação do signo, contida nas falas pressupõe que os estudantes expressaram os significados por meio da língua, principalmente por não reconhecerem o conceito de incógnita nas cartas. Novamente os estudantes deduzem que o significado está atrelado à língua materna, e mesmo permeando o conhecimento da palavra como conceito, um dos estudantes afirmou que, no jogo, não havia nem incógnita e nem variável, inferindo que matematicamente os dois conceitos ainda não estão caracterizados para o sujeito.

Na utilização da abreviatura subtraia (sub.) na carta da linguagem sincopada em um dos conjuntos, E3 afirma que:

> *"Eu não entendi essa carta, eu estava comparando com uma outra carta, a carta da mestre. Eu não sei se sub. quer dizer subtotal ou subtração" (E3).*

Inferindo que não entendeu a abreviatura. Diante disso, percebe-se que a estudante, a partir da linguagem escrita, recorreu ao uso social da abreviatura (condensação de informações, escrita rápida, eficiência na comunicação) e que "sub." despertou dois sentidos em seu pensamento, e através da linguagem falada tentou externalizar o significado.

A relação entre pensamento e linguagem também é observada no jogo quando os estudantes são questionados sobre a carta da mestra. Esta carta explica conceitos isolados dos conjuntos, ou seja, pode ajudar na associação de uma outra carta, mas não explica todo o conjunto. Ao ler a carta da mestra, o E4 declarou na entrevista:

> *"Essa carta não me ajudou, eu não consegui entender, porque ela não tinha todas as palavras que eu precisava, só o triplo" (E4).*

Portanto, a estudante expressou que já tinha o conhecimento de que triplo é 3 vezes algo, mas que havia a necessidade da explicação de outros signos que não havia compreendido. A E3 diz que:

> *"Essa carta da mestre me ajudou, ela explicou o que era a coisa, porque tinha coisa em outra carta. Mas dependendo do aluno, ele não sacaria isso". E ainda acrescentou: "meu professor explica que se tiver uma palavra que você não consiga identificar, como por exemplo "coisa", ela quer dizer que qualquer coisa pode ser o x, pode ser em qualquer interpretação e aqui ele pode ser representado como um x, como y, pode ser qualquer letra".*

Então, a estudante explicitou que a palavra "coisa" utilizada na carta da linguagem retórica representa o x ou o y na carta simbólica, fazendo uma relação, ainda que inicial, entre os significantes (x, y e a palavra "coisa") mediados pelo significado (conceito de variável). Ainda que o termo "coisa" seja utilizado na língua portuguesa quando há a ausência de palavras para exprimir uma ideia, a estudante afirmou que na carta, o termo "coisa" se referia a algo específico.

A análise demonstrou que a compreensão de enunciados matemáticos, quando expressos em linguagem simbólica, requer uma interpretação dos signos e sua organização sintática específica. Para tanto, a escola precisa promover aos estudantes um ensino que permita o desenvolvimento da linguagem matemática integrada e contextualizada, e não somente como cumprimento do currículo.

6 – Considerações finais

A presente pesquisa possibilitou uma reflexão sobre os signos na Língua Portuguesa e na constituição da linguagem algébrica. A investigação partiu do contexto escolar vivenciado como docente de Língua Portuguesa em uma escola de Ensino Fundamental, uma inquietação atrelada à dificuldade elucidada pelos estudantes em compreender o papel das letras na álgebra.

Apesar da delimitação em trabalhar Matemática e Língua Portuguesa, a definição sobre o histórico da álgebra e a importância da linguagem foi complexo, devido a limitação de tempo. Debruçar-se sobre Vygotsky e Saussure requer uma análise crítica sobre a abrangente fonte de obras, principalmente dos conceitos trazidos nesta pesquisa e de algumas traduções. As disciplinas cursadas durante o Mestrado e as orientações guiaram-me para uma escolha adequada, que não fosse ampla e comprometesse a qualidade da investigação.

O produto educacional foi construído durante o processo da dissertação, e testá-lo exigiu a reelaboração, a reescrita, como por exemplo, as cartas do jogo. A coleta de dados demandou confeccionar o questionário da entrevista, a gravação, a transcrição e também a análise de todo o material, para garantir a confiabilidade e veracidade desta pesquisa.

As observações resultantes da experiência como docente somadas ao estudo teórico acerca do assunto conduziram para a compreensão da questão norteadora deste trabalho: como os signos contribuem para a compreensão da linguagem algébrica?

Em conclusão, a análise das entrevistas revelou que os estudantes tendem a utilizar o signo (palavra) na língua materna, o português, como referência para interpretar e associar conceitos matemáticos. Também buscavam o significado de determinadas palavras isoladamente, e ao relacionar essas palavras, mostraram uma tentativa de encontrar signos matemáticos que se aproximavam dos significados já conhecidos.

Para os sujeitos que possuíam um conhecimento inicial sobre álgebra, verificou-se que a cotidianidade influencia nas relações de formação do signo. Logo, o objetivo da carta da mestra mostrou que o entendimento dos alunos pode variar significativamente com base em seus conhecimentos. Esses resultados destacam a importância de integrar a linguagem natural e simbólica na educação matemática, sugerindo que uma abordagem que possa explorar a relação entre linguagem retórica, sincopada e simbólica.

No que diz respeito ao jogo conexão algébrica ser o produto educacional elaborado e ter sido experimentado pelos estudantes, a abordagem adotada, que manteve o segundo membro das equações constante para facilitar a identificação de outros elementos, revelou-se eficaz. Esses resultados indicam que o uso da linguagem retórica antes da introdução da simbólica pode ser um método potencialmente valioso para facilitar a aprendizagem da álgebra, permitindo uma transição mais fluida e entendível para os estudantes.

Diante desse cenário, o produto educacional em questão revelou um potencial significativo para que os professores o utilizem como um recurso no processo de aprendizagem. O jogo, especificamente, não é apenas uma ferramenta lúdica, mas também um meio eficaz de promover uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos. Ao exigir que os discentes expliquem suas estratégias e raciocínios, o educador pode aproveitar essas interações para relacionar conceitos que ainda são desconhecidos pelos alunos, facilitando a associação de significantes com seus significados.

Nesse contexto, o jogo denominado "Conexão Algébrica" pode ser explorado em sala de aula, contribuindo para o desenvolvimento da compreensão da linguagem algébrica. Através de dinâmicas que envolvem tanto a competição quanto a colaboração, os estudantes têm a oportunidade de se engajar ativamente no aprendizado, transformando a abstração matemática em experiências concretas e significativas.

A partir desta pesquisa, almeja-se que outros docentes possam se inspirar e corroborar para estudos posteriores, ampliando a discussão sobre o uso de jogos educativos como ferramentas pedagógicas eficazes. Dessa forma, a proposta central é investigar a proposta é de investigar como o domínio dos signos influencia a capacidade dos estudantes de resolver expressões algébricas. Essa investigação não apenas enriquecerá o entendimento da aprendizagem algébrica, mas também fomentará a criação e aplicação de novas propostas pedagógicas, que podem ser adaptadas e implementadas em diferentes contextos educacionais.

Assim, o estudo não se limita a uma análise teórica, mas se estende a um compromisso com a prática docente, buscando formas inovadoras de engajar os alunos e aprimorar sua formação matemática. A expectativa é que essa pesquisa contribua para a formação de uma base sólida que permita aos educadores desenvolverem metodologias cada vez mais eficazes, que atendam às necessidades diversificadas dos alunos e promovam uma aprendizagem significativa e duradoura.

7 – Referências

ALVES, B. A. S. **A álgebra na perspectiva histórico-cultural:** uma proposta de ensino para o trabalho com equações de 1° grau. 2016. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.510

BACCARIN, S. A. O. **Investigação matemática:** uma análise da sua contribuição na construção de conceitos algébricos. 2008. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BATISTA, M.; JÚNIOR, C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá: Massoni, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Senado Federal. **Manual de Comunicação**. Sítio Eletrônico. 2024. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/manualdecomunicacao/estilos/abreviatura. Acesso em: 26 abr. 2024.

BOYER, C. **História da Matemática**. São Paulo: Blucher, 1974.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa, 1951.

COLLETE, J. P. **Histoire des mathématiques.** Quebec, 1973.

EVES, H. **Introdução à história da Matemática**. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

FERREIRA, B. T. **A linguagem no processo de ensino-aprendizagem de matemática:** pesquisas fundamentadas na teoria da objetivação. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/52698?mode=full>. Acesso em: 20 jun. 2023.

FOUCAULT, M. **As palavras e as coisas**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

GERONIMO, R. R. Elaboração e proposta de um RPG (Role Playing Game) a partir do Papiro de Rhind. **repositorio.pucsp.br**, 19 out. 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, K. H. **Reflexões sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem de álgebra**. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GIL, P. D. B. **François Viète: o despontar da álgebra simbólica.** Porto, 2001. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

GOLDFARB, A. M. A. **O que é História da Ciência.** São Paulo: Brasiliense, 1994.

GRANDO, R. C. **O jogo e a matemática no contexto da sala de aula**. São Paulo: Paulus, 2004.

KHIDIR, K. S. **Aprendizagem da Álgebra -** uma análise baseada na Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davídov**.** 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, GOIÂNIA, 2006.

LEITE, J. E. R. **Língua, Linguística e Literatura**. UFPB, 2016.

LEONARDOS, A., FERRAZ, E., GONÇALVES, H. **O uso do vídeo em metodologia de avaliação.** Rio de Janeiro, 1999.

MASSI, G. **Linguagem e paralisia cerebral :** um estudo de caso do desenvolvimento da narrativa. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPR_ee6dd405a5063d1a8c03a868a2887cf8>.

MIRANDA, T. L., BRANDEMBERG, J.C. **Uma Caracterização da Álgebra no ensino fundamental:** a respeito dos conteúdos do 8º ano**.** Campinas, 2013.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B.; CARVALHO, D. L. DE. **Os graduandos em pedagogia e suas filosofias pessoais frente à matemática e seu ensino.** Zetetike, v. 12, n. 1, p. 9–34, 30 maio 2004.

PANOSSIAN, M. L. **Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes:** indicadores para a organização do ensino. São Paulo. 2008. P. 6-54. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23012009-143154/pt-br.php

PEYROUX, J. 1990, **Oeuvres Mathématiques,** Paris.

REALE, G. **Introdução a Aristóteles**. São Paulo: Tecnos, 1997.

REGIS, F. C. DO N. Introdução ao pensamento algébrico: a generalização de padrões. **repositorio.ufmg.br**, 23 fev. 2017.

ROQUE, T. **História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas.** Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SAITO, F.; DIAS, M. DA S.. **Interface entre história da matemática e ensino:** uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI. Ciência & Educação (Bauru), v. 19, n. 1, p. 89–111, 2013.

SAUSSURE, F. de. **Curso de Lingüística Geral**. Tradução Antônio Chelini, José Paulo Paes, Isidoro Blikstein. 25.ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

SILVA, M. G. **Potencialidades da atividade de estudo no desenvolvimento do pensamento e da linguagem algébrica dos alunos dos anos finais do ensino fundamental.** Repositorio.uniube.br, 31 ago. 2015.

SERFATI, M. **La question de la “chose”. Actes du Colloque Inter-Irem, Histoire et Épistémologie des Mathématiques.** Estrasburgo: Irem de Estrasburgo, 1987, p.309-335.

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

VIEIRA, A.; RIOS, P.; VASCONCELOS, C. **A linguagem simbólica e a resolução de problemas matemáticos no 8º do Ensino Fundamental.** Disponível em: http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i1p043-067.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra.São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Lisboa: Antídoto, 1979.

8 – APÊNDICE

Apêndice A - Produto educacional – Conexão algébrica

Conjunto 1

Tenho uma coisa e subtraio a sua metade, que é igual a 36.

Um nº sub. da metade é 36.

X - X/2 = 36

Uma quantidade e sua metade subtraída completa 36. Qual é a quantidade?

Carta da mestra
A palavra coisa refere-se a uma quantidade qualquer. Era uma palavra utilizada por antigos matemáticos. Atualmente usamos a letra x.

Conjunto 2

Um comprimento multiplicado por ele mesmo e o adicionado resulta 36.

Q. nº ad. nº = 36.

$Y^2 + Y = 36$

Um comprimento multiplicado por ele mesmo e o adicionado completa 36. Qual é o comprimento?

Carta da mestra

A letra Q representa a palavra quadrado. Isso quer dizer que estamos multiplicando o número por ele mesmo.

Conjunto 3

Tenho uma coisa e adicionei duas vezes essa coisa, que resultou 36.

Determinado número ad. seu dobro = 36.

$X + 2X = 36$

Uma quantidade adicionada ao seu dobro completa 36. Qual é a quantidade?

Carta da mestra
A palavra dobro indica duas vezes a mesma quantidade, ou seja, que se consegue duplicar.

Conjunto 4

A quantidade que desconheço adicionada a sua metade e também ao seu triplo resulta 36.

Um número ad. ao seu triplo ad. a sua metade é igual a 36.

$X + 3X + X/2 = 36$

Uma quantidade adicionada ao seu triplo e a sua metade completa 36. Qual é a quantidade?

Carta da mestre

A palavra triplo quer dizer que contém três vezes a mesma quantidade, como por exemplo, o triplo de 3 é 9.

Conjunto 5

Um valor desconhecido e sua terça parte é igual a 36.

ζ *ad.* a sua terça parte = 36.

Y + Y/3 = 36

Uma quantidade adicionada a sua terça parte completa 36. Qual é a quantidade?

Carta da mestre

O símbolo ζ representa um valor desconhecido. Foi utilizado por antigos matemáticos para significar a palavra incógnita.

Apêndice B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “O papel da palavra, da sincopação e da letra na linguagem algébrica: um estudo no Ensino Fundamental”, coordenada pela pesquisadora MÔNICA BEVILAQUA BARROS. Gostaria de saber como os alunos se apropriam da linguagem matemática (símbolos). Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir! A pesquisa será feita na Escola Estadual Prof. José Viranda, em Bauru/SP, com materiais considerados seguros (papel, lápis) e disponibilizados pela professora. Porém, você pode não se sentir à vontade, e caso aconteça algo que considere errado, pode me procurar pelo telefone: (14) 9XXXX-XXXX. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, nem seus dados serão compartilhados. Os resultados dessa pesquisa serão divulgados em um projeto de mestrado, mas sem identificar as crianças que participaram. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim. A pesquisadora tirou minhas dúvidas e conversou com os meus responsáveis. Recebi uma via (ou cópia) deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Eu, ____
aceito participar da pesquisa “O papel da palavra, da sincopação e da letra na linguagem algébrica: um estudo no Ensino Fundamental”

______________________________ ______________________________

Pesquisador responsável Participante da Pesquisa

Contato do Comitê de Ética da Faculdade de Ciências/UNESP/Bauru
Coordenador: Prof. Dr. Mário Lázaro Camargo
Fone: (14) 3103-9400
E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

Apêndice C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento dos pais/responsáveis

Nº de registo no CEP: 6.038.849
Resoluções Norteadoras dos Cuidados Éticos em Pesquisa e da formulação do Termo:
CNS 466/12 e 510/16.
Tema do Projeto: “O papel da palavra, da sincopação e da letra na linguagem algébrica: um estudo no Ensino Fundamental”.

Prezada (o) Sr. (a),
Este Termo de Consentimento tem linguagem simples, mas caso tenha palavras que você não entenda, peça à pesquisadora que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

1- Introdução
O (a) menor ____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) para participar da pesquisa intitulada “O papel da palavra, da sincopação e da letra na linguagem algébrica: um estudo no Ensino Fundamental”. Sua participação, apesar de muito importante, não é obrigatória. O objetivo da pesquisa é identificar e analisar dificuldades de alunos cursando o sétimo ano do Ensino Fundamental em relação à linguagem simbólica durante o processo de ensino-aprendizagem de álgebra.

2- Procedimentos do Estudo
Para participar desta pesquisa solicito a sua colaboração em autorizar a participação de seu (a) filho (a) na aplicação de um jogo que trabalha os conteúdos de Matemática e Língua Portuguesa à qual ocorrerá no período de 02 aulas. O projeto ocorrerá durante o primeiro semestre de 2024.

3- Riscos e desconfortos
Os riscos da pesquisa são mínimos e estão vinculados à prática diária do que acontece na rotina escolar. A pesquisadora ficará à disposição para conversar sobre eventuais desconfortos sentidos durante a participação na pesquisa.

4- Benefícios
Ao participar da pesquisa os alunos podem auxiliar na apropriação de conceitos algébricos e podem contribuir para construção de material que auxiliem outros alunos e professores.

5- Acompanhamento e Responsabilidade
Efeitos indesejáveis são possíveis de ocorrer em qualquer estudo de pesquisa, apesar de todos os cuidados possíveis, e podem acontecer sem que a culpa seja sua ou da pesquisadora. Se a criança participante sofrer efeitos indesejáveis como resultado direto da sua participação neste estudo, a professora procurará auxiliar e orientar em como proceder e procurará ajuda na unidade escolar ou órgão responsável.

O (A) Sr. (a) poderá retirar o consentimento ou interromper a participação dele (a) a qualquer momento. A participação dele (a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará penalidade ou modificação na forma que é tratado (a) nas aulas ou em qualquer outra atividade escolar.

6- Garantia de Esclarecimento
Ao autorizar a participação da criança na pesquisa, garantimos que ela será acompanhada em todas as etapas, de modo que qualquer dúvida ou necessidade de esclarecimento que tiver, estaremos à disposição para melhor esclarecer suas dúvidas, por meio dos contatos abaixo viabilizados a você.

7- Participação
A participação da criança é muito importante e voluntária. Você tem o direito de não querer que ela participe ou pode sair a qualquer momento, sem penalidades ou perda de qualquer benefício ou cuidados. Em caso de você decidir por retirá-la do estudo, favor notificar a pesquisadora.
A pesquisadora responsável pelo estudo poderá fornecer qualquer esclarecimento e dúvidas, bastando contato com o seguinte telefone e/ou e-mail:
Nome do Pesquisadora: Mônica Bevilaqua Barros
Telefone do Pesquisadora: (014) 9XXXX-XXXX
E-mail do Pesquisadora: monica.barros@unesp.br
O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências também pode ser contatado em caso de necessidade:
Endereço: Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 2085 - Núcleo Res. Pres. Geisel, Bauru - SP, 17033-360.
Telefone: (14) 3103-9400
E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

8- Caráter Confidencial dos Registros
A identidade da criança será mantida em sigilo. Os resultados serão sempre apresentados como o retrato de um grupo e não de uma pessoa. Dessa forma, a criança não será identificada quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou educativa. A gravação de algumas aulas ficará salvo pela pesquisadora. No final do estudo, vídeos que identifiquem participantes serão destruídos e transcrições serão salvas em nuvem ou pendrive com senha e sem identificação de pessoas.

9- Custos e Reembolso
Não terá nenhum gasto com a sua participação no estudo e não receberá pagamento por ele.

10- Declaração de Consentimento
Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linhagem técnica utilizada na descrição de estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmo também que recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido. Compreendo que sou livre para retirar a criança do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para meu (a) filho (a) ou criança que sou responsável legal participar deste estudo.
Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Mérito Científico da UNESP-Bauru.

QUALIFICAÇÃO DO DECLARANTE

Assinatura: ____
Nome completo: ____
RG: ____
Cidade/Estado: ____
Telefone/WhatsApp: ____
E-mail: ____