

Compreensões de professores de Matemática sobre a presença da Álgebra no Ensino Fundamental II

Mathematics teachers' comprehension about the presence of Algebra in Elementary School

<https://doi.org/10.37001/ripem.v11i3.2452>

Lais Cristina Pereira da Silva

<https://orcid.org/0000-0002-6796-9559>

Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Rio Claro

lais.pereira@unesp.br

Fabiane Mondini

<https://orcid.org/0000-0003-4975-6637>

Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Sorocaba

fabiane.mondini@unesp.br

Luciane Ferreira Mocrosky

<https://orcid.org/0000-0002-8578-1496>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus de Curitiba

mocrosky@utfpr.edu.br

Anderson Luis Pereira

<https://orcid.org/0000-0002-2052-8182>

Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Rio Claro

anderson.pereira@unesp.br

Resumo

O estudo da Álgebra constitui um espaço bastante significativo no currículo escolar brasileiro e tem por objetivo possibilitar que o aluno desenvolva e exercite sua capacidade de abstração e generalização. A pesquisa apresentada neste texto tem o objetivo de estudar como a Álgebra é compreendida por professores de Matemática do Ensino Fundamental II. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de abordagem fenomenológica, desenvolvida junto a um grupo de professores da rede particular de ensino de São José dos Campos, no estado de São Paulo. A análise dos dados revelou três modos pelos quais estes professores compreendem a Álgebra: sua importância no contexto escolar, as dificuldades dos estudantes que se revelam nas aulas de Álgebra e o pensamento algébrico.

Palavras-chave: Educação Matemática. Pesquisa Qualitativa. Álgebra. Pensamento Algébrico. Fenomenologia.

Abstract

The study of Algebra has a very significant space in the Brazilian school curriculum and aims to enable the student to develop and exercise his capacity for abstraction and generalization. The research presented in this text aims to study how Algebra has been understood by Mathematics teachers of Elementary School. This is a qualitative research,

with a phenomenological approach, developed with a group of teachers from a private education network of São José dos Campos, in the state of São Paulo. The analysis of the data revealed three ways in which these teachers understand Algebra: their importance in the school context, the difficulties of the students that are revealed in the classes of Algebra and the algebraic thought.

Keywords: Mathematics Education. Qualitative Research. Algebra. Algebraic Thinking. Phenomenology

1. Introdução

A problemática envolvendo a presença da Álgebra na Educação Básica não é recente. De acordo com Miguel, Fiorentini & Miorim (1992), o ensino de Álgebra faz parte do currículo escolar brasileiro desde 1799 e, até meados da década 1960, prevaleceu um ensino de caráter reprodutivo, cujo objetivo era fornecer ao estudante a técnica algébrica. A manipulação das ideias da Álgebra, considerada uma ciência superior à Aritmética no que diz respeito à resolução de equações e problemas (equacionáveis), faz-se presente com o intuito de fornecer ao estudante um instrumental técnico, ou seja, um domínio do transformismo algébrico, mesmo que de forma mecânica. Assim, o

[...] Ensino da Álgebra tem, portanto, como ponto de partida, o cálculo literal (operações de adição, subtração, multiplicação/fatoração e divisão de expressões algébricas), o qual é desenvolvido por meio de muitos exercícios visando capacitar os alunos no manejo preciso dessas expressões algébricas. Só depois disso é que são introduzidos problemas do tipo aplicação algébrica (Barbosa & Lima, 2014, p. 112).

De 1970 a 1980, em decorrência do Movimento da Matemática Moderna, cuja proposta era apresentar aos estudantes as ideias fundantes da Matemática, o ensino de Álgebra estrutura-se por meio do uso de um formalismo excessivo. No período escolar que hoje denominamos Ensino Fundamental, o currículo era formado por “teoria dos conjuntos, estruturas algébricas e as relações que se acreditava, [e] constituiriam a base para a construção lógica do novo edifício matemático” (Fiorentini, Miorim, & Miguel, 1993, p. 45), que seriam as relações e as funções. Com essa mudança, “o emprego das propriedades estruturais das operações passa a justificar logicamente cada passagem presente no transformismo algébrico” (Barbosa & Lima, 2014, p. 112). Nesse contexto, a Álgebra passa a desempenhar um papel perigoso, com excesso de rigor e abstração, tornando-a mais precisa e abstrata. No ensino, se caracteriza pelas dificuldades e incompreensões, tornando-se responsável pelo chamado *fracasso escolar* dos estudantes. Com os altos índices de reprovação, inicia-se um movimento com vistas a promover mudanças no contexto educacional.

Na década de 1990, prevalece a concepção de ensino baseada em recursos visuais, e a introdução das ideias algébricas passa a ser feita com “o uso de materiais como blocos de madeira e da balança”, para justificar certos procedimentos no fazer algébrico, dados no estudo de equações, por exemplo, que podem ser de difícil entendimento aos alunos, devido às manipulações algébricas necessárias (Fiorentini, Miorim & Miguel, 1993, p. 84).

De 1990 até os dias atuais, com o fortalecimento e avanços da Educação Matemática, passa-se a buscar que o aluno compreenda significados atribuídos ao conjunto de conteúdos escolares que chamamos de Álgebra. Porém, para que a compreensão vá acontecendo, é fundamental que o aluno permaneça em um constante

processo de envolvimento para o desenvolvimento do pensamento abstrato, e que esse pensamento seja possibilitado nas aulas de Matemática.

A presença da Álgebra na Educação Básica nos dias atuais justifica-se por ser uma linguagem amplamente utilizada em diversos campos da Matemática, bem como de outras ciências. O estudo das ideias da Álgebra, desde seus primórdios, conduz a entender que esta ciência é um ramo da Matemática que se configura como a manipulação de simbólicos para expressar certo tipo de pensamento denominado de algébrico, que, por sua vez, se caracteriza por interpretar matematicamente e aplicar certos procedimentos formais para obter um resultado ou uma generalização. A Álgebra, quando compreendida e alocada no Ensino Fundamental, é uma ciência que busca a generalização de um pensar específico da ciência Matemática e proporciona uma variedade de ferramentas para representar tais generalidades, padrões e regras (Kieran, 2007). Nessa perspectiva, compreende-se como uma maneira específica de se pensar matematicamente, ou seja, é um modo de raciocinar, característico da Matemática.

Portanto, o ensino de Álgebra necessita de articulação, de modo a desenvolver o pensamento algébrico, por meio de situações-problema que permitem generalizações sobre operações aritméticas. Também, é necessária a articulação para desenvolver a linguagem algébrica por meio do estudo de tabelas e gráficos e da tradução de informações neles contidas, bem como do reconhecimento do significado das letras usadas em tais representações. Por último, é preciso tal articulação para aprimorar a capacidade de efetuar cálculos algébricos por meio da generalização dos seus conhecimentos sobre operações numéricas e suas propriedades e por meio da capacidade de reconhecer regularidades, estabelecer leis matemáticas que expressem situações-problema e reconhecer a dependência entre variáveis (Brasil, 1998, p. 64).

Os adolescentes desenvolvem de forma bastante significativa a habilidade de pensar “abstratamente”, se lhes forem proporcionadas experiências variadas, envolvendo noções algébricas, a partir dos ciclos iniciais, de modo informal, em um trabalho articulado com a Aritmética (Brasil, 1998, p.117).

A justificativa para iniciar o ensino de ideias algébricas desde os primeiros anos de escolaridades, de acordo com os PCN, pauta-se na concepção de que, assim, o aluno desenvolverá o pensamento algébrico, sendo capaz de compreender as ideias da Álgebra presentes em diferentes contextos. De acordo com Lins e Gimenez (1997) e Fiorentini, Miorim & Miguel (1993), o pensamento algébrico não é sinônimo de uma linguagem matemática excessivamente formal sendo introduzida nessa etapa escolar.

O trabalho com a álgebra, no início da escolaridade, contribui para que os/as estudantes desenvolvam um tipo de raciocínio específico, denominado pensamento algébrico. Essa ideia, atualmente considerada, diferencia-se de uma ideia de álgebra escolar como um processo de manipulação de símbolos. Nessa perspectiva, algumas dimensões do trabalho com a álgebra estão presentes nos processos de ensino e de aprendizagem, desde os anos iniciais, como as ideias de regularidade, de equivalência e de generalização (Brasil, 2016, p. 278).

A BNCC propõe que o trabalho de organização e ordenação dos elementos que compõem a Álgebra seja iniciado o quanto antes, já que alguns conceitos abordados em Álgebra estão presentes ao longo do processo de ensino e de aprendizagem nos anos iniciais. Contudo, é fundamental que essas ideias sejam articuladas junto da Geometria, mediante estudo das figuras geométricas (Brasil, 2016).

A noção de equivalência, por exemplo, que segundo a BNCC é essencial para o desenvolvimento do pensamento algébrico, deve ser trabalhada a partir de atividades simples, para que o aluno possa reconhecer que as sentenças $2 + 3 = 5$, $5 = 4 + 1$, ou ainda $2 + 3 = 4 + 1$ são equivalentes, por exemplo,

Atividades como essa contribuem para a compreensão de que o sinal de igualdade não é apenas a indicação de uma operação a ser feita [...]. Não se pretende, nessa etapa da escolaridade, que os/as estudantes recorram a estruturas simbólicas e estratégias formais do campo do cálculo algébrico (Brasil, 2016, p. 278-279).

Fiorentini, Fernandes e Cristovão (2005) afirmam que o desenvolvimento do pensamento algébrico é construído desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, antes mesmo de compreender o que significa estrutura simbólica. Segundo eles, o pensamento algébrico

[...] estabelece relações/comparações entre expressões numéricas ou padrões geométricos; percebe e tenta expressar as estruturas aritméticas de uma situação-problema; produz mais de um modelo aritmético para uma mesma situação-problema; ou, reciprocamente, produz vários significados para uma mesma expressão numérica; interpreta uma igualdade como equivalência entre duas grandezas ou entre duas expressões numéricas; transforma uma expressão aritmética em outra mais simples; desenvolve algum tipo de processo de generalização; percebe e tenta expressar regularidades ou invariâncias; desenvolve/cria uma linguagem mais concisa ou sincopada ao expressar-se matematicamente. (Fiorentini, Fernandes & Cristovão, 2005, p. 5).

Entretanto, para o desenvolvimento do pensamento algébrico, é preciso que o aluno compreenda o significado de uma estrutura simbólica, que saiba analisar o que deve ser realizado e não simplesmente encarar como uma operação trivial. Nesse sentido, entendemos que o papel do professor é fundamental, pois é dele que partem as iniciativas que devem propiciar ao aluno a produção de significados para aquele tema de estudo. É do professor que partem as intervenções, a fim de explorar situações que possam ser proveitosas para a constituição do conhecimento e do desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático.

2. Sobre os encaminhamentos metodológicos

A pesquisa qualitativa desenvolvida na abordagem fenomenológica caminha em direção à busca pelo entendimento do mundo, que se faz presente nas múltiplas formas e aparências, e não se ordena em métodos predeterminados (conceitos prévios). É uma postura investigativa que se assume para compreender o fenômeno, este entendido como aquilo que se quer conhecer, desvelar.

Segundo Bicudo (2012, p. 20), “pesquisar é perseguir uma interrogação em diferentes perspectivas, de maneira que a ela podemos voltar uma vez e outra ainda e mais outra”. Por esse motivo, temos a clareza de que a interrogação posta assume aspectos específicos da realidade, sempre dispendo de novas possibilidades de retornar a uma interrogação ocasionada em uma nova abordagem, com um novo olhar.

A pesquisa aqui exposta buscou entendimentos sobre “*como a Álgebra é compreendida por professores do Ensino Fundamental II?*”. Para responder tal indagação, fomos ao encontro de professores de Matemática do Ensino Fundamental II,

de uma escola particular de São José dos Campos¹. Ao todo, nove docentes aceitaram o convite para participar do encontro, no próprio ambiente de trabalho e agendado de acordo com a disponibilidade de cada um deles. Nas entrevistas, gravadas e posteriormente transcritas, solicitamos aos professores que falassem sobre suas compreensões a respeito da Álgebra no Ensino Fundamental. O Quadro 1 apresenta algumas características dos professores entrevistados, que julgamos pertinente destacar.

Quadro 1: Sujeitos² da Pesquisa

Professores	Idade	Experiência Profissional	Pós-Graduação
Lírio	29 anos	6 anos	-
Gerânio	42 anos	22 anos	Mestrado - Educação Matemática (PUC-Campinas)
Lis	28 anos	8 anos	-
Jacinto	37 anos	16 anos	Mestrado Profissional (UNIFESP)
Margarida	28 anos	9 anos	Mestrado Profissional (UNIFESP)
Pétala	30 anos	3 anos	Doutoranda – Sensoriamento Remoto (INPE)
Rosa	51 anos	29 anos	-
Violeta	41 anos	12 anos	-
Leandro	32 anos	12 anos	Pós-Graduação (<i>latu sensu</i>) - Educação Matemática

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Após as transcrições, iniciamos os procedimentos de análise. Nessa etapa da pesquisa “abandonamos a maneira comum de olhar, estabelecendo contato direto com o fenômeno vivido, através de uma leitura cuidadosa de todas as descrições” (Machado, 1994, p. 40). Ainda segundo o autor, nessa etapa da pesquisa o pesquisador realiza o estudo dos dados e, em seguida, procede com leituras cuidadosas que lhe possibilitem fundamentar o todo, aquilo que se mostra, aquilo que é percebido. No caso da pesquisa que realizamos, a análise se deu pelo texto descritivo, constituído pela transcrição do dito pelos docentes, em dois momentos: *análise ideográfica* e a *análise nomotética*.

A análise ideográfica se dá acerca das descrições realizadas, minuciosamente, sob o foco da pergunta norteadora. Este modo de proceder nos permite buscar nas falas dos sujeitos aspectos significativos. A leitura desses destaques torna possível realizar uma descrição geral das expressões que fazem sentido para o pesquisador, para que assim se construam as unidades de significado.

O pesquisador procura por unidades de significado, o que faz após várias leituras de cada uma das descrições. As leituras prévias fazem parte de uma primeira aproximação do pesquisador em relação ao fenômeno, numa atitude de familiarização com o que a descrição coloca. As unidades de significado, por sua vez, são recortes julgados

¹ Esclarecemos que convidamos todos os professores de matemática da escola a participar da pesquisa. Nove aceitaram o convite.

² Os nomes são fictícios para preservar a identidade dos professores.

significativos pelo pesquisador (Garnica, 1997). As unidades de significado são invariantes e fazem sentido para o pesquisador diante das suas descrições, pois “o pesquisador deve deixar que o sentido se revele, e, esse deixar requer uma atividade elevada, e não passiva, já que é nela que emergem as possibilidades de compreensão do que está sendo investigado” (Paulo, 2006, p. 54). Por meio da caracterização e identificação das unidades significativas acerca do fenômeno é que somos conduzidos na busca pelo entendimento acerca de nosso objeto de estudo, nosso fenômeno, já que nas descrições buscam-se expressões, manifestações e sentimentos pertinentes que o compõem.

Nessa fase de descrição das entrevistas “o pesquisador realiza uma hermenêutica, buscando explicitar o que compreende do dito pelo sujeito” (Paulo, Santiago & Amaral, 2010, p. 74). Ou seja, o interesse concebível nessa fase é unicamente construir e articular, na linguagem do pesquisador, o que lhe foi entendido no discurso do sujeito, mediante um processo de interpretação. De acordo com Paulo, Santiago e Amaral (2010, p. 73-74), em uma pesquisa com abordagem fenomenológica “os discursos dos sujeitos revelam os significados atribuídos”, e é na análise ideográfica que “o pesquisador busca compreendê-los” em sua singularidade (ideias nucleares), em que o pesquisador caminha em torno do fenômeno buscando interpretá-lo. Desse movimento interpretativo, construímos uma tabela, cujo recorte é apresentado no Quadro 2³, em que categorizamos ideias nucleares presentes no discurso dos professores.

Quadro 2: Análise ideográfica

Fala do sujeito	Movimento de interpretação/compreensão dos dados	Unidades Significativas	Ideias Nucleares
A Álgebra no ensino fundamental é quando se inicia a utilização das incógnitas, das variáveis.	Incógnita - Grandeza que deve ser encontrada para a resolução de uma equação ou problema; valor representado por essa grandeza: a letra x designa a incógnita. Variável - sujeito a variações ou mudanças; que pode variar; inconstante, instável.	No Ensino Fundamental, Álgebra é quando se inicia o estudo das variáveis.	A Álgebra é o estudo de variáveis.
Começamos a trabalhar com os alunos os símbolos, junto com os números e as letras.	Símbolo - aquilo que, por convenção ou por princípio de analogia formal ou de outra natureza, substitui ou sugere algo.	A Álgebra trabalha os símbolos, números e as letras.	A Álgebra é o estudo de números e variáveis.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Concluída a análise ideográfica, iniciamos a análise nomotética, momento que permite a busca por generalidades que convergem para as Categorias Abertas. Com isso, entendemos que a Análise Ideográfica nos possibilitou destacar, a partir das Unidades Significativas, as Ideias Nucleares que, como o próprio nome diz, apresentam o núcleo, o central do dito pelo sujeito, mediante nossa interpretação. Já o segundo momento da

³ Devido à limitação do número de páginas, não é possível apresentar a tabela proveniente do movimento de análise na íntegra.

análise busca por convergências das ideias nucleares, o que possibilita encontrar as categorias que sustentam o fenômeno.

Na pesquisa desenvolvida, foi necessário realizar duas reduções para chegarmos às categorias. Na primeira redução, o intuito era agrupar as Ideias Nucleares que convergem entre si, que correspondem às concepções dos professores acerca da Álgebra ou pensamento algébrico desenvolvido a partir de estratégias aplicadas em sala. Na segunda redução, agrupamos tais ideias em acepções mais gerais, ou categorias, que dizem das concepções dos professores expressas de diferentes maneiras, mas que convergem para um raciocínio de mesma natureza. Um recorte desse movimento é exposto no Quadro 3.

Quadro 3: Análise nomotética

Convergência		Categorias
1. A Álgebra é o estudo das variáveis.	S1U1 ⁴ , S1U2, S6U2 ⁵ , S1U3, S1U4, S1U1, S1U3, S1U5, S5U2, S8U2, S9U4, S9U2, S9U3, S1U6, S2U1, S2U2, S8U1, S8U2, S9U1, S3U1,	A Álgebra e a sua importância para a ciência Matemática.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

O movimento interpretativo realizado pelo pesquisador possibilita a visão do todo e, assim, permite a ele buscar convergências, o que se procede na análise nomotética. De acordo com Machado (1994, p. 42-43), “o termo nomotético deriva-se de nomos, que significa uso de leis, portanto, normatividade ou generalidade, assumindo um caráter de princípio ou lei” e a “Análise Nomotética não é apenas uma verificação cruzada da correspondência de afirmações reais, mas uma profunda reflexão sobre a estrutura do fenômeno”. O pesquisador, ao realizar a análise nomotética, busca passar para o geral o sentido que gerou uma análise individual, explorando aspectos e características significativas que lhes possibilitam realizar as convergências ou divergências que compõem o estudo do fenômeno.

Tais convergências, que se deram ao longo dos discursos isolados dos sujeitos, guiam o pesquisador às Categorias Abertas — generalizações do dito, que passam a ser interpretadas pelo pesquisador. As Categorias Abertas caracterizam-se pela busca “da essência ou da estrutura do fenômeno”. Nelas, as “generalidades obtidas nesta análise indicam a iluminação de uma perspectiva do fenômeno, considerada a inesgotável abrangência do seu caráter perspectival” (Machado, 1994, p. 43). No entanto, essas generalidades criadas *a priori*, não são necessariamente únicas e tampouco definitivas. Na análise dos dados, chegamos a três grandes categorias ou regiões de generalidade: 1) A Álgebra é sua importância no contexto escolar; 2) A dificuldade dos alunos em compreender os conceitos algébricos; e 3) O que é o pensamento algébrico.

⁴ Sujeito 01, unidade de significado 01.

⁵ Sujeito 06, unidade de significado 02.

3. A Álgebra e sua importância no contexto escolar :o que os professores dizem.

A Álgebra no Ensino Fundamental II é responsável por desenvolver a capacidade de generalizar e reconhecer padrões. Tal é sua importância que ela representa um lugar de destaque na Matemática. Os participantes deste estudo compreendem que

Sujeito 2 – A Álgebra do Ensino Fundamental é responsável por desenvolver e para formar uma visão, uma leitura de mundo dos alunos, eles serem capazes de conseguir entender o mundo ao redor deles, conseguir ler esse mundo, entender as relações, as coisas que os conectam.

Sujeito 3 – A Álgebra é a expressão geral, uma forma geral de se explicar um determinado fenômeno matemático [...] a Álgebra é a generalização dos conceitos.

Sujeito 5 – A Álgebra é a linguagem que a gente tem, ou recurso que a gente tem pra comunicar matematicamente.

Sujeito 7 – Álgebra é um estudo da Aritmética, de forma a construir uma generalização dos conteúdos trabalhados [...] pode ser caracterizada com uma passagem de um conhecimento concreto para um abstrato.

Enquanto generalização da Aritmética, a Álgebra é uma linguagem específica da Matemática e está presente no currículo escolar brasileiro desde a década de 1960. Porém, quando analisamos esta presença, estamos falando de um conhecimento que passou por reestruturações severas, em termos de legislação, concepção e organização. Inicialmente, quando introduzida no currículo escolar e, ainda hoje, a Álgebra se caracterizava por seu caráter abstrato, seus procedimentos mecânicos e automatizados que não possuíam significado no cotidiano, com aspectos que enfatizam a memorização e manipulação de regras e símbolos (Fiorentini, Miorim & Miguel; 1993).

De acordo com a BNCC (2016), o estudo da Álgebra no Brasil compõe a grade curricular desde o Ensino Fundamental II, iniciando-se no 6º ano com a ideia intuitiva de reconhecer padrões e regularidades, e se aprofundando no 7º ano, momento em que os alunos se defrontam, talvez pela primeira vez, com procedimentos diferentes de estudar a Matemática. Essa *novidade* pode gerar dificuldades. Alguns procedimentos, que antes eram numéricos, passam a ser feitos com o que chamamos de letras, representando valores ainda desconhecidos.

Por meio da apropriação desse conhecimento, é possível realizar uma busca por padrões, fazer abstrações e generalizações de modo mais elaborado do que o praticado no estudo da Aritmética, conforme orientação dada pela própria legislação (Brasil, 2016). Para compreender os novos conceitos é fundamental que o estudante saiba escrever, ler e interpretar problemas da língua materna em conformidade com a linguagem matemática, e vice-versa.

Assim, no contexto escolar, a Álgebra surge como uma linguagem a ser estudada, tal que se caracteriza pela busca por traduzir em símbolos e/ou variáveis as ideias matemáticas. Para Usiskin (1995, p. 13), “a noção de variável como generalizadora de modelos é fundamental. Muitas vezes encontramos relações entre números que desejamos descrever matematicamente, e as variáveis são instrumentos utilíssimos nessa descrição”. Nesse sentido, é importante trazer para o contexto escolar diversos exemplos do cotidiano, podendo se trabalhar o uso de símbolos e/ou variáveis, permitindo ao aluno desenvolver suas habilidades de “manipular procedimentos”, com a intenção de

desenvolver a habilidade de realizar a passagem da linguagem materna para a simbólica, e vice-versa.

Outro problema no tocante ao ensino da Álgebra é o fato de que, atualmente, entende-se que é necessário antes compreender o estudo da Aritmética para, mais tarde, compreender o estudo da Álgebra. No entanto, há outras possibilidades, visto que uma não implica o desenvolvimento da outra. Ensinar Aritmética, basicamente, permite ao estudante compreender o uso das expressões aplicadas à diferentes situações. Já o estudo de Álgebra possibilita desenvolver habilidades como a generalização e o estudo de padrões. Ainda, segundo a orientação dos PCN (1998) aos professores de Matemática do Ensino Fundamental II, é importante elaborar estratégias de comando e criar mecanismos para que os estudantes desenvolvam noções algébricas nessa faixa etária.

Assim, é mais proveitoso propor situações que levem o aluno a construir noções algébricas pela observação de regularidades em tabelas e gráficos, estabelecendo relações, do que desenvolver o estudo da Álgebra apenas enfatizando as “manipulações” com expressões e equações de forma meramente mecânica (Brasil, 1998).

Nesse sentido, a Álgebra visa à representação de fatos genéricos, ou seja, ela é a busca pela generalização para um determinado problema e o objetivo de seu estudo na sala de aula é desenvolver e explorar o uso da linguagem materna para o desenvolvimento do pensamento algébrico, pois a “atividade algébrica consiste no processo de produção de significados para a álgebra” (Lins & Gimenez, 1997, p. 137).

4. A dificuldade dos alunos em compreender os conceitos algébricos

O estudo da Álgebra para os alunos, segundo os professores, é compreendido como um estudo abstrato e difícil: os alunos apresentam dificuldades, principalmente na resolução de problemas em que se faz necessária a tradução da linguagem escrita corrente para a linguagem algébrica. Antes de refletirmos sobre fatores que influenciam nas dificuldades dos alunos, vamos pensar no papel de cada sujeito envolvido no processo (professor e aluno) e qual o perfil do aluno que estamos interessados em formar. De acordo com os PCN (1998),

[...] é consensual a ideia de que não existe um caminho que possa ser identificado como único e melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular da matemática. No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa a sua prática. Dentre elas, destaca-se a história da matemática, as tecnologias da comunicação e os jogos como recursos que podem fornecer os contextos dos problemas, como também os instrumentos para construção das estratégias de resolução (Brasil, 1998, p. 42).

As dificuldades dos alunos em compreender os conceitos algébricos na concepção dos sujeitos entrevistados estão relacionadas à caracterização da Álgebra, considerada por nossos sujeitos como abstrata e de alta complexidade e, ainda, porque os alunos não conseguem visualizar sua aplicação nessa etapa escolar e, pela longa demanda de conteúdos que a legislação propõe, acabam por comprometer o desenvolvimento dessa área.

Sujeito 1 – Quando iniciam o estudo de álgebra, eles têm grande dificuldade devido essa forma abstrata. Para eles é muito difícil essa compreensão, e fica mais difícil ainda quando eles começam a trabalhar com as funções.

Sujeito 2 – Os alunos têm muita dificuldade de entender o que significa uma incógnita, o que significa uma variável, o que aquele “x” está fazendo ali.

Sujeito 3 – O pensamento algébrico não nasce naturalmente, a gente trabalha nesse aluno, por isso que a gente parte sempre do estudar Aritmética, pra depois ir pra Álgebra, porque como a Álgebra generaliza um pensamento, é muito difícil para o aluno fazer uma generalização.

Para Ponte (2006), a dificuldade acontece quando consideramos a Álgebra como um conjunto “de regras de transformação de expressões e processos de resolução de equações e sistemas de equações. [...] Trata-se, claramente, de uma visão redutora da Álgebra, que desvaloriza muitos aspectos importantes desta área da Matemática” (Ponte, 2006, p. 77).

A dificuldade dos alunos no ensino da Álgebra pode estar relacionada a sua abordagem, ou seja, como é compreendida e ensinada pelos professores. Segundo Araújo (2009), no ensino da Álgebra, a ideia de trabalhar conteúdos específicos possibilita ao professor desenvolver procedimentos de resolução de determinados problemas e não permite criar estratégias de resolução que trabalhem o raciocínio. Ainda, como a natureza do currículo escolar intervém, as dúvidas preexistentes sobre determinados conceitos e aquelas que surgem no decorrer do processo de ensino muitas vezes ficam à margem das discussões de sala de aula.

De fato, as dificuldades dos alunos quanto à natureza do pensamento algébrico são compreensíveis, já que correspondem a um nível de complexidade e sutileza dessa linguagem específica da Matemática. E ainda, tais dificuldades, podem estar relacionadas com o modo como decorre a passagem entre a Aritmética e a Álgebra no contexto escolar.

Em aritmética, o foco da atividade é encontrar determinadas respostas numéricas particulares. Na álgebra, porém, é diferente. Na álgebra o foco é estabelecer procedimentos e relações e expressá-los numa forma simplificada geral. Uma razão para se estabelecerem essas afirmações gerais é usá-las como “regras de procedimento” para a resolução de problemas adequados e, então, achar respostas numéricas, mas o foco imediato é o estabelecimento, a expressão e a manipulação da própria afirmação geral (Booth, 1995, p. 24).

No entanto, nessa etapa escolar, entende-se que a Álgebra pode ser encarada como uma “aritmética generalizada”. De acordo com Booth (1995),

[...] nisto está a fonte das dificuldades. Para compreender a generalização das relações e procedimentos aritméticos é preciso primeiro que tais relações e procedimentos sejam apreendidos dentro do contexto aritmético. Se não forem reconhecidos, ou se os alunos tiverem concepções erradas a respeito deles, seu desempenho em álgebra poderá ser afetado (Booth, 1995, p. 33).

Diante disso, compreende-se que as dificuldades dos alunos não estão relacionadas diretamente com a Álgebra, e sim com as deficiências não corrigidas em Aritmética. Gil (2008, p. 36) afirma que “algumas barreiras se configuram na Álgebra pelo fato do aluno trazer para o contexto algébrico, dificuldades herdadas do aprendizado no contexto aritmético ou por estenderem para o estudo algébrico, procedimentos aritméticos que não procedem”. Entende-se que a abordagem dessas áreas seja diferente, enquanto a Aritmética se utiliza de expressões algébricas para determinar soluções particulares, a Álgebra possibilita desenvolver o pensamento algébrico, compreender os procedimentos e as manipulações, com intuito de determinar uma expressão como resposta, ou até mesmo uma solução particular. Booth (1995) afirma que a Álgebra exige um rigor em seus registros que não era exigido em Aritmética.

Esse rigor, é claro, também é importante na aritmética, mas as consequências de impropriedades nesse aspecto podem ser menores se o aluno sabe o que se pretende e efetua a operação correta, independentemente do que está escrito. Em aritmética faz pouca diferença o aluno escrever $12 : 3$ ou $3 : 12$, desde que ele efetue corretamente o cálculo. Em álgebra, porém, é crucial a diferença entre $p : q$ e $q : p$ (Booth, 1995, p. 29).

É importante que os alunos compreendam significados dos símbolos para que o sentido vá se fazendo. Somente assim poderá se lançar na tarefa de manipular, interpretar e aplicar as ideias que vão se desvelando em diferentes situações, principalmente na tradução da linguagem escrita corrente para a linguagem algébrica. Nesse sentido, mostra-se imprescindível aproximar conceitos dessa área do conhecimento à situações do cotidiano, ampliando possibilidades de compreensão no estudo da Álgebra. Deparamo-nos com a importância do papel que o professor assume no ambiente educativo, estimulando e motivando os alunos a se envolverem nos estudos para que avancem no desenvolvimento do pensamento algébrico, na organização, na concentração, bem como nas técnicas de manipulação de símbolos ou expressões. O movimento intencionado do ensino que considere o contraste com uma aprendizagem apenas mecânica de manipulação algébrica, sem uma reflexão sobre sua presença e significações no mundo.

5. O que é o pensamento algébrico?

A álgebra não é apenas um “conjunto de procedimentos envolvendo os símbolos em forma de letra, mas consiste também na atividade de generalização e proporciona uma variedade de ferramentas para representar a generalidade das relações matemáticas, padrões e regras” (Kieran, 2007, p. 5). Entende-se que a atividade algébrica é o estudo das estruturas matemáticas, as quais trouxeram consigo artifícios fundamentais e que passaram a ser compreendidas como uma forma de se expressar certo modo de pensar, seguida de uma estratégia por meio de situações matemáticas, com intuito de desenvolver a habilidade de aplicar conceitos, representar, analisar e, por fim, exibir os procedimentos e resultados utilizados na construção das soluções.

Arcavi (2006) define o pensamento algébrico como uma prática que consiste em usar os instrumentos simbólicos para representar problemas de forma geral, aplicar procedimentos formais para obter um resultado e poder interpretá-lo. Para seu desenvolvimento é necessário compreender o significado do símbolo e como utilizá-lo. Assim, a atividade investigativa e exploratória dará possibilidade de explorar padrões e generalizá-los, criando condições de evoluir o pensar algebricamente. Ainda, Lins e Gimenez (1997) definem o pensamento algébrico como uma das maneiras de se expressar matematicamente, ou seja, produzir significado a uma determinada situação. Possibilita desenvolver habilidades que são fundamentais para a formação dos alunos, e suas características são:

1. Produzir significados apenas em relação a números e operações aritméticas [...];
2. Considerar números e operações apenas segundo suas propriedades, e não “modelando” números em outros objetos, por exemplo, objetos “físicos” ou geométricos [...];
3. Operar sobre números não conhecidos como se fossem conhecidos (Lins & Gimenez, 1997, p. 150)

O pensamento algébrico possibilita ao aluno desenvolver a capacidade de generalizar situações do cotidiano, bem como compreendê-las e interpretá-las em

diferentes contextos. Ou seja, seu desenvolvimento mostra-se como importante ferramenta que permitirá ao sujeito uma interação consciente com a realidade, guiado por um “estilo de pensamento, uma linguagem adequada para expressar as reflexões sobre as leituras de mundo na sociedade atual” (D’Ambrosio, 1996, p. 58). Atualmente, no currículo escolar brasileiro, o estudo da Álgebra é apresentado aos alunos no Ensino Fundamental II. Nos anos anteriores a esse período é ensinada a Aritmética, parte da Matemática que trata dos números, das operações e suas propriedades, visando à resolução de problemas.

A Álgebra é compreendida como um campo da Matemática, que se “utiliza de símbolos, juntamente com as propriedades da aritmética para expressar ideias gerais na matemática” (Santos, 2007, p. 39). Entende-se que a Álgebra utiliza da linguagem desenvolvida no pensamento algébrico em conjunto com as propriedades utilizadas em Aritmética, e por esse motivo alguns pesquisadores definem Álgebra como Aritmética generalizada. Nessa transição de Aritmética e Álgebra, os alunos apresentam dificuldades “em usar letras para representarem variáveis e incógnitas, traduzir informação da linguagem natural para a linguagem algébrica e compreender as mudanças de significados, na aritmética e na álgebra” (Ponte, 2006, p. 19).

O pensamento algébrico, como atividade de generalização, é

[...] a extensão deliberada do leque de raciocínio ou comunicação para além do caso ou casos considerados, identificando e expondo explicitamente o que é comum entre os casos, ou elevando o raciocínio ou comunicação a um nível onde o foco já não são os casos ou situações em si mesmas, mas antes os padrões, procedimentos, estruturas, e as relações através de e entre eles (que por sua vez se tornam novos objetos de nível superior para o raciocínio ou comunicação) (Brandt & Moretti, 2016, p. 6).

O pensamento algébrico pode ser desenvolvido concomitantemente e alinhado com a Aritmética, pois de acordo com Lins e Gimenez (1997) seu desenvolvimento tardio, somente junto com a Álgebra, prejudica o desenvolvimento cognitivo dos alunos no que diz respeito a sua compreensão, ou seja, não permite criar condições para generalizar situações matemáticas.

A BNCC (2016) destaca a importância do papel do professor ao ensinar a Álgebra e especifica quais habilidades são esperadas nos alunos. Para a BNCC, é preciso

[...] que os alunos identifiquem regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, estabeleçam leis matemáticas que expressem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos, bem como criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas. Em síntese, a Álgebra deve enfatizar o desenvolvimento de uma linguagem, o estabelecimento de generalizações, a análise da interdependência de grandezas e a resolução de problemas (Brasil, 2016, p. 270).

Entende-se que é papel do professor criar diferentes estratégias para ensinar um mesmo conteúdo. Com esta diversidade de modos de aprender, espera-se possibilitar o desenvolvimento de generalizações ou estabelecimento de padrões, fundamentais para a evolução do pensamento algébrico e de compreensões da Álgebra. O pensamento algébrico destaca-se como importante para a compreensão da Álgebra e da Matemática, pois possibilita reconhecer o papel que ela exerce no mundo, contribuindo para a formação de um ser humano crítico, reflexivo, capaz de fazer julgamentos bem fundamentados e tomar decisões conscientes.

6. Considerações finais

A interrogação “Como a Álgebra é compreendida por professores do Ensino Fundamental II?” conduziu a pesquisa aqui destacada, que se desenvolveu por meio da abordagem fenomenológica. Compreendemos, pelos estudos realizados, que a Álgebra é entendida como abstrata e complexa, e traz consigo desconforto para os professores sujeitos de nosso estudo. Estes afirmam que é trabalhoso fazer com que os alunos se empenhem em estudar Álgebra, assim como é um desafio possibilitar compreender qual a sua importância para a vida. Consideram-na uma disciplina difícil e, muitas vezes, desconectada do cotidiano.

Segundo os professores entrevistados, a Aritmética e o desenvolvimento do pensamento algébrico são fundamentais para que os alunos consigam compreender sentidos da Álgebra. Entende-se que o pensamento algébrico é uma maneira de expressar certo modo de pensar e que esse pensamento precisa ser trabalhado para que vá se tornando familiar, ou seja, cada vez com menos estranhamentos. Entendemos que, para que isso seja possível, é fundamental que o professor pense em estratégias que potencializem o desenvolvimento de habilidades algébricas que enlacen ideias matemáticas em diversos contextos. Nossos sujeitos destacam que é papel do professor mostrar ao aluno a importância da Álgebra, buscando chamar a atenção para os pontos relevantes e não apenas cumprir o currículo e apresentar a teoria de forma vazia e abstrata.

O ensino de Álgebra, segundo os professores, caracteriza-se como um trabalho árduo, pois exige a assimilação de muitos conceitos a serem desenvolvidos em um curto período. Esse pode ser um dos fatores desencadeadores das dificuldades de compreensão por parte dos alunos, ocasionando a não sistematização do que é essencial. Constatamos que, no contexto escolar, segundo os professores, o ensino de Álgebra ainda ocorre de forma mecânica, em que os alunos operam e manipulam símbolos e operações, sem que se tenha uma reflexão acerca do que estão a fazer. A Álgebra ainda não se apresenta no contexto escolar como um ramo da Matemática fundamental para o desenvolvimento do pensamento algébrico e da linguagem específica dessa ciência.

Em contrapartida, entendemos que propor atividades que apresentem potencialidades de gerar a reflexão acerca dos significados dos símbolos e letras que estão a operar pode se abrir em possibilidades de compreensão da Álgebra e do Pensamento Algébrico. Com isso, espera-se ampliar nos alunos suas capacidades de reflexão e de argumentação crítica, não apenas diante de problemas matemáticos, mas na compreensão dos fatos que perpassam sua vivência em sociedade.

7. Referências

- Araújo, L. F. (2009) Rompendo o contrato didático: a utilização de estratégias metacognitivas na resolução de problemas algébricos. Tese de doutorado, Recife, UFPE, Brasil.
- Arcavi, A. (2006) O uso dos símbolos. In: Vale, I.; Pimental, T.; Barbosa A.; Fonseca, L.; Santos, L. & Canavarro, P.; (Eds.), *Números e Álgebra na aprendizagem da Matemática e na formação de professores* (29-48). Lisboa. SEM-SPCE.
- Barbosa, E. J. T. & Lima, A. P. A. B. (2014) Organizações matemática e didática entre duas coleções didáticas sobre equações do primeiro grau. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 9 (1), 110-129.

- Bicudo, M. A. V. (2012) A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. *R.B.E.C.T.*, 5 (2), 15-26.
- Booth, L. R. (1995) Dificuldades das crianças que iniciam álgebra. In: Coxford, A. F. & Shulte, A. P. (Eds.). *As Ideias da Álgebra*, (23-26). São Paulo: Atual.
- Brandt, C. F. & Moretti, M. T (2016) *Ensinar e aprender uma nova Álgebra através da compreensão*. Ponta Grossa. Editora UEPG Disponível em < <http://books.scielo.org/id/dj9m9/pdf/brandt-9788577982158.pdf>>.
- Decreto de Lei n. 4.173/98, de 13 de março do Ministério da Educação, (1998). Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasil. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12657%3Aparametros-curriculares-nacionais-5o-a-8o-series&catid=195%3Aseb-educacao-basica&Itemid=859.
- Decreto de Lei n. 4., de 17 de dezembro do Ministério da Educação, (2016). Base nacional comum curricular. Brasil. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55640296.
- D`Ambrosio, U. (1996) *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus.
- Fiorentini, D.; Miorim, M. A. & Miguel, A. (1993). A contribuição para repensar... a educação algébrica elementar. *Pró-posições*. 4(1), 78-91.
- Fiorentini, D.; Fernandes, F. L. A. & Cristovão, E. M. (2005). Um estudo das potencialidades pedagógicas das investigações matemáticas no desenvolvimento do pensamento algébrico In: *Seminário Luso-Brasileiro de Investigações Matemáticas no Currículo e na Formação do Professor*, Lisboa. Anais... Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Garnica, A. V. M. (1997) Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. *Interface*, 1(1). 109-122.
- Gil, K. H. (2008). *Reflexões sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem de álgebra*. Dissertação de mestrado, Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Kieran, C. (2007) Desenvolver o raciocínio algébrico: o papel das tarefas sequenciadas e das questões dos professores desde os níveis primários até os primeiros anos do ensino secundário. *Quadrante*, 16 (1). p. 5-26.
- Lins, R. C. & Gimenez, J. (1997). *Perspectivas em aritmética a álgebra para o século XXI*. Campinas: Papirus.
- Machado, O. V. M. (1994) Sobre a Pesquisa Qualitativa em Educação, que Tem a Fenomenologia como Suporte. In: Bicudo, M. A. V. & Esposito, V. H. C. (Org.). *A pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico* (35-46). Piracicaba: UNIMEP.
- Miguel, A.; Fiorentini, D. & Miorim, M. A. (1992) Álgebra ou Geometria: Para onde Pende o Pêndulo? *Pró-Posições*, 3(1), p. 39 – 54.
- Paulo R. M. (2006). *O Significado Epistemológico dos Diagramas na Construção do Conhecimento Matemático e no Ensino de Matemática*. Tese de doutorado, Rio Claro, UNESP, Brasil.

- Paulo, R. M.; Santiago, R. A.; Amaral, C. L. (2010) A pesquisa na perspectiva fenomenológica: explicitando uma possibilidade de compreensão do ser-professor de matemática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1), p. 71-86.
- Ponte, J. P. (2006) Números e Álgebra no currículo escolar. In. Vale, T. Pimentel, A. Barbosa, L. Fonseca, L. Santos, & P. Canavarro (Eds.), *Números e álgebra na aprendizagem da Matemática e na formação de professores (5-27)*. Lisboa: SEM-SPCE.
- Santos, L. G. (2007) *Introdução do pensamento algébrico: um olhar sobre professores e livros didáticos de Matemática*. Dissertação de Mestrado. Vitória. Universidade Federal do Espírito Santo.
- Usiskin, Z. (1995) Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. In: Coxford, A. F.& Shulte, A. P. (Org.). *As Idéias da Álgebra (9-22)*. São Paulo: Atual.