ISSN 2177 - 9309 https://doi.org/10.51359/2177-9309.2023.252646

em teia
Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana

Universidade Federal de Pernambuco

Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica
EDUMATEC

A IMPORTÂNCIA DA ÁLGEBRA ABSTRATA PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

The importance of Abstract Algebra in Mathematics Initial Teaching Education

Nilton Cezar Ferreira
Doutor em Educação Matemática
Instituto Federal de Goiás (IFG) – Goiás – Brasil
nilton.ferreira@ifg.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-9766-4254

Lourdes de la Rosa Onuchic
Doutora em Matemática
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – São Paulo – Brasil
lronuchic@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7713-2157

Resumo

Resultado de uma pesquisa que buscou investigar a necessidade de uma das disciplinas obrigatórias para a formação de professores de Matemática. Essa disciplina é comumente intitulada Álgebra Abstrata e, aparentemente, não têm relação com a prática do professor da Educação Básica. Nesta investigação estabeleceu-se como objetivo "evidenciar elementos de um curso de Álgebra Abstrata capazes de proporcionar condições necessárias para promover a construção de conhecimentos/saberes, necessários à formação do professor de Matemática". Para alcançar esse objetivo, foi feita uma Intervenção Pedagógica em uma turma de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública de ensino superior. Nessa intervenção, foram levados em consideração vários tipos de conhecimentos necessários à formação do professor de Matemática. Por meio de uma análise qualitativa constatou-se que a disciplina investigada, quando trabalhada adequadamente, com foco na formação do professor de Matemática, pode promover no aluno, além de uma boa formação matemática, o desenvolvimento da capacidade argumentativa, melhorando seu entendimento sobre simbologias e terminologias necessárias à linguagem matemática escrita e falada; promover o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, como sua capacidade de fazer, ou pelo menos entender, uma demonstração matemática; promover uma mudança de postura sobre o cuidado de fazer afirmações sem saber justificá-las; desenvolver a capacidade para encontrar padrões e fazer generalizações, dentre outras.

Palavras-Chave: Álgebra; estruturas algébricas; conhecimento; formação de professores; ensino de Matemática.

Abstract

The present paper shows the result of a research that sought to investigate the necessity of a compulsory discipline in initial teaching education course in Mathematics. Such discipline is usually named Abstract Algebra and, apparently, is not related to Elementary School teacher practice. In this investigation, the objective was "to highlight elements of an Abstract Algebra course capable of providing the necessary conditions to promote the construction of knowledge/knowledge, necessary for the formation of Mathematics teachers". To achieve this objective, we conducted a Pedagogical Intervention in a group of Mathematics undergraduate students of a public higher education institution. In that intervention, we took into account several kinds of knowledge that are necessary to Mathematics teacher education. A qualitative analysis revealed that when the investigated discipline is properly worked on, focusing on Mathematics teacher education, it can provide the students good Mathematics education as well as develop argumentative capacity, improving their understanding on symbologies and terminologies that are necessary to mathematical written and spoken language; promote students' cognitive development, like their ability to do, or at least to understand a mathematical demonstration; promote a change of attitude about being careful to make statements without knowing how to justify them; develop their ability to find patterns and make generalizations, among others.

Keywords: Algebra; algebraic structures; knowledge; teacher education; mathematics teaching.

INTRODUCÃO

Algumas questões bastante levantadas por alunos e até por professores, em situações por nós presenciadas durante nossa prática docente na formação inicial de professores de Matemática, dizem respeito à real necessidade de algumas disciplinas serem ministradas em um curso de Licenciatura em Matemática. Perguntas do tipo: "Por que eu preciso estudar Espaços Vetoriais se pretendo dar aulas no Ensino Médio?", "Por que preciso saber Sequência de Cauchy se quero ser professor(a) do Ensino Fundamental?", "Por que não estudo na Graduação apenas a Matemática que eu vou trabalhar na Educação Básica?" aparecem com certa frequência nos cursos de Licenciatura em Matemática, inclusive apareceram em uma avaliação diagnóstica que fizemos no final da nossa pesquisa. Além disso, alguns pesquisadores, como D'Ambrósio (1999), também criticam o ensino de certas teorias nos cursos de Licenciatura. Segundo ele, "[...] os cursos de licenciatura insistem em ensinar teorias obsoletas, que se mantêm nos currículos graças ao prestígio acadêmico associado a elas, mas que pouco têm a ver com a problemática educacional brasileira" (p. 82). É nesse chão que esta pesquisa se fundamentou.

Na tese de doutorado do primeiro autor deste artigo, sob a orientação da segunda autora, foi feita uma investigação sobre a Álgebra Abstrata. No trabalho de doutorado mencionado, dentre outras coisas, o pesquisador evidenciou contribuições significativas que a compreensão dos conteúdos dessa Álgebra poderia dar ao professor do Ensino Fundamental e Médio. Apesar disso, nessa pesquisa, não foi possível garantir que essa disciplina seria indispensável à formação do professor de Matemática.

Agora, nesta nova pesquisa, os dados foram retomados para uma nova análise, mas desta vez, levando em consideração a importância dessa disciplina para a construção de conhecimento, não apenas conhecimento de conteúdo, mas conhecimento pedagógico, disciplinar, dentre outros. Diante disso, estabelecemos como objetivo desta pesquisa evidenciar elementos de um curso de Álgebra Abstrata capazes de proporcionar condições necessárias para promover a construção de conhecimentos/saberes, necessários à formação do professor de Matemática, que justificassem a necessidade dessa disciplina em um curso de formação inicial de professores.

Buscando alcançar nosso objetivo, começamos fazendo um estudo sobre conhecimentos e saberes necessários à formação docente. Nosso passo seguinte foi o de fazer uma análise dos dados coletados durante a aplicação de um projeto de ensino, em uma turma de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública de ensino superior. Os dados analisados compreendiam pouco mais de 22 horas de gravações em áudio; um diário de campo, elaborado durante a aplicação do projeto de ensino; materiais escritos produzidos pelos alunos: resolução de problemas, exercícios de fixação e respostas de questionários. Nessa análise, buscamos sempre evidenciar conhecimentos/saberes proporcionados pelo ensino da disciplina investigada e seus desdobramentos para a melhoria da prática do professor da Educação Básica.

Como resultado, evidenciamos que alguns conhecimentos e atitudes do professor são indispensáveis para que ele consiga exercer com eficiência sua prática docente, e que a Álgebra Abstrata poderá promover condições para a construção desses conhecimentos e das mudanças de atitudes do professor, se ela for trabalhada de maneira adequada e com foco na formação de professores. Dentre esses conhecimentos e atitudes, podemos destacar: um conhecimento de Matemática mais amplo do que aquele que ele irá ensinar; sempre saber justificar as verdades matemáticas que ele irá trabalhar em sala de aula, mesmo que ele não tenha que fazer essas justificativas formalmente durante sua prática docente; conhecer as simbologias e terminologias matemáticas e saber usá-las, conciliando a linguagem matemática com a linguagem vernácula, de maneira que ele consiga escrever corretamente na lousa quando se tornar professor; ter uma retórica abrangente, de forma que ele consiga se comunicar em linguagem informal, sem perder o formalismo matemático exigido para um determinado contexto; ser cuidadoso em fazer afirmações sem ter a certeza de que conseguirá apresentar uma justificativa ou trazer algum exemplo que seja capaz de convencer seus alunos.

Apesar de muitos professores de disciplinas de conteúdo específico de Matemática, como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear e Abstrata e Análise, dentre outras, visando à formação de professores, defenderem ferrenhamente a necessidade dessas disciplinas no curso de Licenciatura em Matemática, eles não apresentam nenhum argumento além de uma ampliação do conhecimento do aluno sobre Matemática e o desenvolvimento de um raciocínio lógico, e outras coisas afins. Isso se deve, de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, ao foco de seu trabalho ser direcionado exclusivamente para o conhecimento de conteúdo, deixando de observar as contribuições dessas disciplinas para a construção de outros conhecimentos necessários e importantes à prática do professor.

A ÁLGEBRA ABSTRATA

Entenda-se por Álgebra Abstrata qualquer configuração de uma disciplina, também conhecida como Álgebra Moderna, Estruturas Algébricas, que, em geral, é destinada a cursos de Matemática (Licenciatura ou Bacharelado), que tem por base as teorias de Grupos, Anéis, Corpos, dentre outras. Para que o leitor compreenda as dimensões aqui estabelecidas sobre Álgebra, primeiramente ela estará situada no contexto histórico, observando sua origem e sua configuração no contexto da Matemática. Em seguida, será explicitada sua essência, dentro de sua concepção primária, que se manteve até hoje, observando-se as devidas adequações. Depois, serão apresentadas concepções para a Álgebra de uma forma ampla, estabelecendo-se uma lente sobre a Álgebra Abstrata. E, por fim, serão levantadas questões a respeito, com foco na formação inicial do professor de Matemática, guiada pelos saberes docentes que serão evidenciados na próxima seção.

Não se sabe ao certo quando se deu a origem do que hoje conhecemos como Álgebra. Porém, a forma como ela é apresentada atualmente é recente em comparação com a Aritmética e a Geometria. Apesar de Diophanto (Matemático grego que viveu, aproximadamente, entre os séculos III e IV.) já fazer uso de variáveis no século III, a Álgebra só se fortaleceu e tomou as dimensões que possui hoje a partir do século XVI. No entanto, “a palavra álgebra – al jebr em árabe – foi usada primeiramente por Mohammed de Kharizm, que ensinava matemática em Bagdá no século nove.” (PINTER, 2013, p. 3, tradução nossa). A palavra “álgebra” pode ser traduzida como “reunião” e, para Kharizm, significava uma reunião de métodos para coletar os termos de uma equação a fim de resolvê-la.

Na fala de Pinter (2013), no século XVI, iniciou-se a era clássica da Álgebra, cujo tema central ainda era claramente o da resolução de equações. Métodos para resolver equações polinomiais de primeiro e segundo graus já eram bastante conhecidos, e muitos matemáticos lutavam para descobrir métodos para resolver equações polinomiais de graus maiores, sendo que, ainda naquele século, conseguiram resultados para equações de terceiro e quarto graus.

Para Pinter (2013), no século XIX, deu-se origem à era moderna da Álgebra. Nesse período, vários matemáticos, trabalhando independentemente em diversas partes da Europa, começaram a levantar questões sobre Álgebra que nunca tinham sido consideradas antes. Suas pesquisas, em diferentes áreas da Matemática, focaram o estudo da Álgebra em questões não convencionais – eles precisavam resolver problemas ligados à Álgebra que nada tinham a ver com resolução de equações. Surgiram, a partir daí, as álgebras modernas: Álgebra Matricial, Álgebra Booleana e Estruturas Algébricas.

A Álgebra das Matrizes surgiu pela necessidade de se resolverem sistemas de equações lineares; porém, atualmente, ela é usada em diversos ramos da Matemática, como no Cálculo Diferencial de funções de várias variáveis e em aplicações sofisticadas, como em *Códigos Corretores de Erros* e *Computação Gráfica.*

A Álgebra Booleana foi desenvolvida na metade do século XIX, pelo matemático inglês George Boole. Ela possui inúmeras aplicações em diversas áreas, não apenas na Matemática, mas, principalmente, na Engenharia e na Informática. Essa Álgebra pode ser vista como uma espécie de formalização da lógica, isto é, uma "algebrização" do raciocínio lógico-matemático.

De um modo geral, cada álgebra é formada por um conjunto, cujos elementos podem ser qualquer coisa (números, matrizes, funções, pessoas...) e uma operação binária definida nesse conjunto. Uma operação binária é simplesmente uma forma em que a combinação de quaisquer dois elementos do conjunto produz um elemento do mesmo conjunto. Diante disso, somos levados a um novo e moderno campo de estudo – as *Estruturas Algébricas*. Portanto, uma Estrutura Algébrica pode ser entendida como um conjunto arbitrário, com uma ou mais operações nele definidas. A Álgebra, então, pode ser pensada como estudo de alguma Estrutura Algébrica.

Pinter (2013) enfatiza a necessidade de nos atentarmos que, para concebermos essa nova ideia de Álgebra, precisamos descartar todas as noções pré-concebidas do que é Álgebra e olhar essa nova noção de Estruturas Algébricas em sua simplicidade nua e crua. A ideia de se tomar um conjunto qualquer, com uma ou mais regras que combinem pares de elementos desse conjunto a um elemento do mesmo conjunto, é desprovida de uma conexão com qualquer área da Matemática, ou seja, para pensarmos estruturas algébricas não é preciso nenhum pré-requisito; é como se começássemos a aprender Matemática do zero. Essa concepção é que nos remete ao termo "abstrato", levando muitos matemáticos a chamarem o estudo das estruturas algébricas de "Álgebra Abstrata". Abstrato é o resultado de uma abstração, que é uma "operação intelectual em que um objeto de reflexão é isolado de fatores que comumente lhe estão relacionados na realidade" (HOUAISS; VILLAR, 2009, p. 18). Por exemplo, considere o conjunto de todas as cores (cores puras, bem como as suas combinações), e considere uma regra, como a ação de misturar duas cores obtendo uma nova cor. Isto pode ser considerado uma estrutura algébrica, pois temos um conjunto (conjunto das cores) com uma operação binária definida nele (a mistura de cada par de cores do conjunto produz uma nova cor no mesmo conjunto). Outros incontáveis exemplos podem ser facilmente formulados, bastando um pouco de observação e reflexão.

Segundo Usiskin (1995), a Álgebra não pode ser conceituada de forma única para contextos diferentes, visto que ela possui quatro concepções e, inclusive, pode ter concepções diferentes no mesmo contexto, dependendo de como se pensa Álgebra. Para ele, a Álgebra tem a ver com a compreensão do significado das "letras" (hoje comumente chamadas de variáveis) e das operações com elas, e considera que os alunos começam a estudar Álgebra quando encontram variáveis pela primeira vez.

Usiskin (1995) apresentou quatro concepções para Álgebra, que podem ser resumidas em um quadro que ele mesmo elaborou, apresentado pelo Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: As quatro concepções da Álgebra

Concepções da álgebra	***Uso das variáveis***
Aritmética generalizada	Generalizadora de modelos (traduzir, generalizar)
Meio de resolver certos problemas	Incógnitas, constantes (resolver, simplificar)
Estudo de relações	Argumentos, parâmetros (relacionar, gráficos)
Estrutura	Sinais arbitrários no papel (manipular, justificar)

Fonte: Usiskin (1995)

Na primeira concepção, a Álgebra como Aritmética generalizada, as variáveis são pensadas como generalizadoras de modelos ou como recurso para traduzir um problema da linguagem vernácula para a linguagem matemática. Por exemplo, generaliza-se 5 + 7 = 7 + 5 como $a+b=b+a$ e questões do tipo: "qual é o número que somado com a sua quinta parte dá 12?" se traduz para $x+\frac{x}{5}=12$.

"Dentro dessa concepção de álgebra, as instruções-chave para o aluno são *traduzir* e *generalizar*. Trata-se de técnicas importantes, não só para a Álgebra, mas também para a aritmética" (USISKIN; BELL, 1984 apud USISKIN, 1995, p. 13–14).

Para explicar a segunda concepção, Álgebra como um meio de resolver certos problemas, basta considerar o problema apresentado: "qual é o número que somado à sua quinta parte dá 12?", traduzido para a linguagem matemática como $x+\frac{x}{5}=12$. Se esse problema for observado dentro da concepção da Álgebra como generalizadora, o problema terminou. Porém, dentro da concepção da Álgebra como um meio de resolver problemas, está apenas começando. É nesse ponto que começam os procedimentos algébricos para a resolução do problema. Por exemplo, multiplicar ambos os membros por 5, ou quaisquer outros procedimentos que permitam determinar o valor de x. Nesta concepção de Álgebra, as variáveis são incógnitas ou constantes e as instruções-chave são simplificar e resolver. Na verdade, "simplificar" e "resolver" são, às vezes, dois nomes diferentes para a mesma ideia.

A terceira concepção, Álgebra como um estudo de relações, apresenta-se como uma fórmula. Assim, quando se escrevem coisas do tipo $A=b\times h$, fórmula da área de um retângulo, está se expressando uma relação entre grandezas. Não há a sensação de estar lidando com incógnitas, pois não se está resolvendo nada. Além disso, as fórmulas transmitem uma sensação diferente de generalizações, embora se possa pensar uma fórmula como um tipo especial de generalização.

No caso da fórmula da área de um retângulo, apresentada anteriormente, se considerarmos uma das três variáveis como constante, por exemplo, *h*, podemos observar que o valor de *A* passa a depender exclusivamente de *b*, constituindo-se, assim, em uma função de uma variável, e podemos escrever *A(b) =bh*. Para Usiskin (1995, p.16), "... dentro dessa concepção, uma variável é um argumento, isto é, representa os valores do domínio de uma função; ou um parâmetro, ou seja, representa um número do qual dependem outros números".

A quarta concepção, Álgebra como um estudo das estruturas, refere-se à Álgebra dos cursos superiores, porém com forte reflexão na Educação Básica. O estudo da Álgebra nos cursos superiores envolve estruturas como Grupos, Anéis, Domínios de Integridade, Corpos, Espaços Vetoriais, dentre outras. Isso parece ter pouca semelhança com o estudo da Álgebra do primeiro e do segundo grau, embora os corpos dos números reais e dos números complexos e os anéis de polinômios e de matrizes fundamentem a teoria da Álgebra da Educação Básica, e as propriedades dos domínios de integridade e dos grupos expliquem por que certas equações podem ser resolvidas e outras não. Contudo, reconhecemos a Álgebra como o estudo das estruturas pelas propriedades que atribuímos às operações com números, polinômios, matrizes, etc.

Quando se pede para calcular coisas do tipo $(a+b)^2$, a concepção de variável nesse caso não coincide com nenhuma daquelas discutidas anteriormente. Não tem o efeito de traduzir ou de generalizar, pois não se origina de uma particularidade, tampouco trata-se de uma matematização de alguma ideia; não se trata de nenhuma função ou relação, as variáveis não são argumentos; não há equação alguma a ser resolvida, de modo que as variáveis não atuam como incógnitas. Em problemas dessa natureza, confia-se nas características que definem as operações, nas propriedades dessas operações, nas relações entre parcelas, fatores, bases ou expoentes, etc. A variável tornou-se um objeto arbitrário de uma estrutura estabelecida por certas propriedades. Essa é uma visão da variável na Álgebra Abstrata.

Diante do que foi exposto até aqui, buscando entender o que é Álgebra e sua ampla configuração no cenário da Educação Matemática, com um foco agora direcionado para o tema principal deste trabalho, que é a Álgebra Abstrata, levantamos o seguinte questionamento: "Quais saberes/conhecimentos podem ser promovidos por essa Álgebra durante a formação inicial de professores de Matemática?".

EPISTEMOLOGIA DA PRÁTICA PROFISSIONAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Segundo Tardif (2000), a epistemologia da prática profissional é o estudo do conjunto dos saberes realmente utilizados pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenharem todas as suas tarefas. Assim, em relação ao professor que ensina Matemática, essa epistemologia se constitui de todos os saberes necessários para o desempenho eficiente da sua prática dentro e fora da sala de aula, bem como de todos os saberes originados de estudos e ações que promovam seu crescimento intelectual, interpessoal, intrapessoal, etc. que, direta ou indiretamente, possam refletir em sua prática docente.

Posicionamo-nos em conformidade com as palavras de Tardif (2000), também quando ele estabelece o significado para saberes que, no nosso caso, chamaremos de saberes docentes, quando ele diz: "Damos aqui à noção de 'saber' um sentido amplo, que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes, isto é, aquilo que muitas vezes foi chamado de saber, saber-fazer e saber-ser" (p. 10-11).

Apesar de existirem diferenças entre saberes profissionais e conhecimentos adquiridos pelo profissional, muitas vezes, os saberes e conhecimentos se sobrepõem. Assim, ao longo deste trabalho, os saberes sempre serão tratados no sentido mais amplo, apresentado por Tardif (2000), enquanto que o conhecimento, apesar de se desdobrar em amplitude equivalente, será pensando como uma, ou um conjunto de competências necessárias à formação do profissional, no nosso caso, o professor, que possam ser refletidas em sua prática docente de modo a torná-la mais eficiente.

Diante do que foi exposto, Tardif, em sua obra de 2014, buscou evidenciar e classificar os tipos de saberes que um professor precisaria ter. Para isso, ele formulou a seguinte pergunta: "Quais são os conhecimentos, o saber-fazer, as competências e habilidades que os professores mobilizam diariamente, nas salas de aulas e nas escolas, a fim de realizar concretamente as suas diversas tarefas?" (TARDIF, 2014, p. 9).

Com foco na pergunta formulada por Tardif (2014) no parágrafo anterior, ele classificou os saberes do professor como:

1) Saberes disciplinares: São saberes definidos e selecionados pela instituição universitária e dispostos em forma de disciplinas. Esses saberes integram-se igualmente à prática docente através da formação (inicial e continuada) de professores nas diversas disciplinas oferecidas pela universidade.

2) Saberes curriculares: Esses saberes correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos. Apresentam-se em forma de programas escolares que os professores devem conhecer e aplicar.

3) Saberes experienciais: São saberes específicos desenvolvidos pelos próprios professores durante suas atividades como professor e são baseados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento do seu meio. Esses saberes se originam de experiências adquiridas no seu dia

a dia e que são validadas e incorporadas à sua prática docente. Esses saberes podem ser obtidos por meio de suas próprias ações, reflexões ou interações com os diversos sujeitos e objetos do seu cotidiano.

Lee S. Shulman, em seu clássico artigo de 1986, *Those Who Understand: Knowledge Growth in Theaching*, apresenta e discute resultados de sua pesquisa que, inicialmente, buscava interpretar as complexidades de compreensão da construção do conhecimento de conteúdo do professor e que, com foco em seu objetivo, precisou medrar seu campo de investigação para incorporar questões pedagógicas, inerentes à produção de conhecimento de conteúdos. Diante disso, algumas questões foram levantadas: Quais categorias fragmentam o conhecimento e o domínio de conteúdo nas mentes dos professores? Como se dá a relação geral entre o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico? Quais as formas auspiciosas de aquisição de habilidades para o desenvolvimento de tais conhecimentos?

Com foco nas questões formuladas no parágrafo anterior, Shulman (1986) estabeleceu três categorias gerais de conhecimento do professor. A primeira, *conhecimento do conteúdo*, é aquele específico para a disciplina que o professor ministra. O professor precisa conhecer bem o conteúdo que ele irá ministrar. Nesse sentido, Shulman (1986) enfatiza que os professores:

> Não devem ser somente capazes de definir para os alunos as verdades aceitas no âmbito da disciplina. Eles devem também explicar por que uma particular afirmação é dita garantida, e por que vale a pena saber, e como isso se relaciona com outras afirmações. Tanto dentro da disciplina e fora dela, tanto na teoria como na prática [...]. (SHULMAN, 1986, p. 9, tradução nossa)

Shulman (1986) reforça essa necessidade de o professor possuir um extenso conhecimento da disciplina que ministra, ao dizer que o conhecimento do licenciado em relação ao conteúdo deve ser próximo ao do bacharel, pois, dessa forma, ele se sentirá à vontade para ensinar sua disciplina. Isso vai ao encontro de Candau (1997) apud Almeida e Lima (2012, p. 457), quando diz que “a competência básica de todo e qualquer professor é o domínio do conteúdo específico. Somente a partir deste ponto é possível construir a competência pedagógica [...]”.

Embora o domínio do conteúdo específico seja essencial para a prática docente, ele, por si só, não garante que o processo de ensino-aprendizagem tenha êxito, e, nessa perspectiva, Shulman (1986) enuncia a segunda categoria do conhecimento, o *conhecimento pedagógico.* Esse conhecimento se refere aos princípios e estratégias abrangentes de gerenciamento e organização da sala de aula, transcendendo o âmbito das disciplinas específicas.

O último conhecimento discutido por Shulman (1986) é o *conhecimento curricular*, aquele que o professor possui sobre os materiais didáticos disponíveis para uso em sala de aula, por exemplo, materiais concretos, mídias, *softwares*, dentre outros.

Mais tarde, Shulman (1987) acrescenta outros quatro tipos de conhecimento necessários aos professores, totalizando, assim, sete categorias de conhecimento, a saber:

- *Conhecimento pedagógico de conteúdo*: aquele que potencializa o professor à correlação entre matéria e pedagogia, que se constitui em uma compreensão do conteúdo própria do professor. Trata-se da combinação de conteúdo e pedagogia no entendimento de tópicos específicos do processo de ensino-aprendizagem.
- *Conhecimento dos alunos e de suas características*: aquele que torna o professor apto a lidar com a diversidade dos alunos. Em outras palavras, esse conhecimento é a capacidade do professor de explicar, de diferentes maneiras, os mesmos conceitos ou princípios.
- *Conhecimento dos contextos educativos*: abarca desde questões de gestão e de financiamento para o funcionamento da sala de aula, até o caráter socioeconômico e político da comunidade escolar, e seus aspectos culturais importantes.
- *Conhecimento dos objetivos, as finalidades e os valores educativos*: elenca os motivos para ensinar determinado conteúdo e os objetivos que ele deve alcançar durante o processo de ensino-aprendizagem.

Martin (1992) apud Borges (2001) propõe um reagrupamento dos estudos segundo a natureza dos saberes docentes. Para ele, é possível identificar as seguintes abordagens teórico-metodológicas: psicocognitiva, que enfatiza a estruturação mental dos saberes; subjetiva-interpretativa, que focaliza a dimensão fenomenológica e a interacionista dos saberes docentes; curricular, que investiga a transformação dos saberes a ensinar no contexto da sala de aula; e profissional, em que o saber docente é tomado a partir das deliberações do próprio sujeito, no caso, o professor.

Assim, "[...] Estes saberes se consolidam em um amálgama pedagógico que une conteúdo e pedagogia" (BORGES, 2001, p. 68).

A PESQUISA: OBJETIVO, DESCRIÇÃO E COLETA DE DADOS

No trabalho de doutorado do primeiro autor deste artigo, sob a orientação da segunda autora, foi feita uma pesquisa de campo, em que se aplicou um projeto de ensino em um curso regular de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública de ensino superior. Esse projeto de ensino teve dois propósitos: primeiro, utilizar uma metodologia diferente para levar o estudante a construir conhecimento sobre os principais conteúdos da disciplina Álgebra II (em que eram abordadas teorias de grupos, anéis, corpos...); segundo, evidenciar uma relação entre o conhecimento adquirido na disciplina Álgebra II com os conteúdos da Educação Básica. Este projeto possui mais de 50 laudas e por esse motivo ele não foi apresentado aqui, ademais, o foco do projeto não era o mesmo que o desta investigação, apenas os dados coletados, durante a aplicação desse projeto, foram suficientes para esta pesquisa. Contudo, vale enfatizar a forma com que o trabalho foi desenvolvido em sala de aula, para que o leitor possa considerar, em suas reflexões, a necessidade de mudança na prática do professor formador de professores.

Neste artigo, os dados coletados na aplicação do projeto de ensino mencionado foram retomados e novamente analisados. Porém, desta vez, com um foco voltado exclusivamente para a formação do professor, ou seja, observando quais saberes/conhecimentos essa disciplina poderia proporcionar ao professor de Matemática. Ressalta-se que o fato de, nesta pesquisa, o foco não estar mais direcionado somente aos conhecimentos de conteúdo, durante esta nova análise novas interpretações e novas evidências surgiram também sobre esses conhecimentos, devido às novas reflexões e à ampliação do entendimento dos pesquisadores a respeito do tema pesquisado.

A aplicação do projeto de ensino, citado anteriormente, ocorreu em 16 encontros de 90 minutos. Cada encontro começava com um problema cujos conhecimentos necessários para resolvê-lo eram de nível de ensino Fundamental ou Médio. Através da resolução desse problema, foram evidenciados elementos que se conectavam com os conceitos novos de Álgebra II a serem introduzidos. Após a introdução de cada conceito novo, eram trabalhadas atividades que buscavam relacionar o conhecimento adquirido, sobre os conceitos de Álgebra II, com conteúdos da Educação Básica.

A coleta de dados foi feita por meio de gravações em áudio e vídeo, com mais de 22 horas de gravação. Foi também elaborado pelo primeiro autor deste trabalho um diário de campo, preenchido ao final de cada encontro, contendo descrições de todas as informações relevantes trazidas durante a aplicação do projeto. Além disso, foi analisado o comportamento do estudante, do professor da disciplina que acompanhava os trabalhos e do próprio pesquisador. Ainda, foram usados materiais escritos produzidos pelos alunos.

O objetivo deste trabalho foi o de evidenciar elementos de um curso de Álgebra Abstrata, capazes de proporcionar condições para promover a construção de conhecimentos/saberes necessários à formação do professor de Matemática, que justificassem a necessidade dessa disciplina em um curso de formação inicial de professores. Enfatizamos que a construção de conhecimentos não depende exclusivamente dos conteúdos da disciplina, tampouco do professor que a ministra. Ela depende, principalmente, do envolvimento do estudante, por meio de uma participação efetiva que promova nele um pensamento ativo e reflexivo. Por esse motivo, nosso objetivo ficou restrito a evidenciar características, de preferência exclusivas dessa disciplina, que pudessem proporcionar condições de levar o estudante a construir conhecimentos necessários à sua formação enquanto professor de Matemática da Educação Básica.

Do ponto de vista da abordagem, nossa pesquisa se constituiu como uma pesquisa qualitativa, pois:

> [...] os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos. Esses dados não são padronizáveis como os dados quantitativos, obrigando o pesquisador a ter flexibilidade e criatividade no momento de coletá-los e analisá-los. (GOLDENBERG, 2004, p. 53)

Para a composição do nosso *corpus* de pesquisa, compreendido como o "[...] conjunto dos documentos tido em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos" (BARDIN, 2011, p. 126), foi feita, primeiramente, uma leitura flutuante de todo o material coletado na aplicação do projeto de ensino: "[leitura flutuante] consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações" (BARDIN, 2011, p.126). Em seguida, foram realizadas releituras, dessa vez buscando elementos promovidos pelo ensino-aprendizagem de Álgebra Abstrata que se evidenciassem como potenciais para a produção de algum dos conhecimentos/saberes discutidos anteriormente.

O curso de Licenciatura em Matemática investigado é constituído, como os demais cursos tradicionais presenciais, de uma classe de disciplinas da área de conhecimento específico: Fundamentos de Matemática; Cálculo I, II e III; Álgebra Linear; Álgebra Abstrata; Equações Diferenciais; Função de Variáveis Complexas, dentre outras; de disciplinas pedagógicas: Didática Geral, Didática da Matemática, Metodologia Científica, Estágios Supervisionados e outras. Além de outras disciplinas obrigatórias como Língua Portuguesa, Filosofia da Educação, Psicologia da Educação, etc. tem-se as Prática como Componente Curricular, e outras atividades.

Os dois grupos, disciplinas de conteúdo específico e de conteúdo pedagógico, parecem ser considerados, por alunos e professores formadores de professores, as atividades mais importantes do curso. No curso investigado, pelo fato de a maioria dos professores ter pouca ou nenhuma formação pedagógica, percebemos a grande valorização das disciplinas de conteúdos específicos em detrimento das de cunho pedagógico. Além disso, existe notadamente um discurso dos principais membros envolvidos no processo de ensino e aprendizagem que enaltece uma dicotomia entre esses dois grupos de disciplinas. Apesar da dicotomia, nesse discurso, seus defensores aceitam que o conhecimento de conteúdo permeia as disciplinas pedagógicas, mas, segundo eles, nas disciplinas de conteúdo específico, não cabe discutir conhecimento pedagógico. Por outro lado, há grupos de professores que criticam duramente a maioria das disciplinas de cunho específico, inclusive matemáticos consagrados, como o professor Godfrey Harold Hardy, que declarou:

> Se o conhecimento útil é (...) o conhecimento que, provavelmente agora ou num futuro próximo, contribuirá para o conforto material da humanidade de modo que a mera satisfação intelectual seja irrelevante, então a maior parte da Matemática Superior é inútil. (HARDY, 1967, apud SKOVSMOSE, 2012, p.32)

Há também declarações de alunos colocando seu ponto de vista, como as que apareceram no nosso *corpus* de pesquisa:

> Existe um conflito do que a gente traz aqui para o curso de Licenciatura. Na Licenciatura, o professor deveria focar mais nas questões pertinentes da Licenciatura, e se alguém quisesse fazer um mestrado [em Matemática dita pura], deveria aprofundar depois nos conteúdos de Matemática. Mas, para o nosso exercício da profissão, lá no Ensino Básico, nós não precisamos ter esse conhecimento rebuscado da Matemática não. (DEPOIMENTO DE ALUNO, 2015)

Diante do que foi exposto, escolhemos uma das disciplinas de conteúdo específico, mais criticada sobre sua necessidade em um curso de formação inicial de professores de Matemática, a Álgebra Abstrata. Assim, essa disciplina foi trabalhada nesta pesquisa, como já mencionamos, sempre com o foco na formação do professor, ou seja, buscando relacionar seus conteúdos com a futura prática do professor.

A IMPORTÂNCIA DA ÁLGEBRA ABSTRATA: UMA ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS

Na construção de conhecimentos de conteúdo, nossas novas reflexões sobre os dados evidenciaram uma característica fundamental da Álgebra Abstrata em relação às disciplinas como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, entre outras. Quando se faz algum questionamento: pergunta oral, exercício escrito, questões de avaliação,... espera-se como resultado, na maioria das disciplinas de conteúdo específico, um número, uma função um conjunto, uma matriz, ou seja, um valor concreto objetivado. Porém, em Álgebra Abstrata, os questionamentos, quaisquer que sejam, sempre demandam uma argumentação. Ao invés de, por exemplo, "determine a derivada", "calcule o limite", "resolva a integral", tem-se "verifique se é grupo", "prove que é um anel", "mostre que esse elemento tem simétrico". Assim, essa disciplina exige do estudante o que Shulman (1986) afirma ser fundamental para a formação de conteúdo, que o aluno seja também capaz de explicar por que uma particular afirmação é dita garantida e por que vale a pena saber como isso se relaciona com outras afirmações.

No tocante à necessidade do aluno de formular argumentos, a exigência intrínseca para a construção de conhecimento de Álgebra Abstrata é que esse aluno também possua um conhecimento de linguagem, tanto da linguagem vernácula como da linguagem definida na própria Álgebra. Com efeito, para se conseguir uma boa argumentação dentro da Álgebra, é preciso combinar essas duas linguagens, ressaltando também que a linguagem algébrica agrega termos e símbolos usuais da linguagem geral da Matemática. Diante disso, uma ampliação do conhecimento da linguagem algébrica significa uma ampliação do conhecimento da linguagem matemática. A falta de conhecimento dessa linguagem é apontada por diversos pesquisadores, como Fonseca e Cardoso (2005) e Santos (2005), como um dos fatores responsáveis pelo fracasso no ensino de Matemática.

Durante a realização de nossa pesquisa em sala de aula, foi possível perceber o envolvimento dos estudantes e uma crescente preocupação de justificarem tudo o que afirmavam. Sempre que algum estudante fazia alguma afirmação diante de alguma situação, alguém logo perguntava "por quê?". Algumas frases começaram a fazer parte do repertório dos estudantes, como: "como se prova isso?", "de onde vem essa afirmação?", "até o óbvio precisa ser justificado", "essa propriedade é hereditária", etc. Às vezes, as frases eram ditas em tom de brincadeira, mas isso já era suficiente para justificar o envolvimento deles com uma nova maneira de se expressar, com frases usadas com o objetivo de justificar afirmações ou rejeitar aquelas que não possuíam justificativa.

Com o objetivo de desenvolver uma retórica no processo argumentativo, foram feitos alguns seminários nos quais um grupo de alunos deveria apresentar uma afirmação e fazer sua justificativa. A princípio, alguns alunos achavam que era suficiente apresentar apenas uma prova formal da afirmação, mas, para evitar um processo mecanizado, o pesquisador fazia questionamentos, buscando mais clareza no processo argumentativo e evidenciando novas vertentes que poderiam surgir a partir das argumentações, produzindo novos problemas e novos desafios.

A seguir, apresentaremos um dos diálogos que ocorreu em um desses seminários. O grupo que apresentou esse seminário era composto por duas alunas, que chamaremos de Aluna 1 e Aluna 2. Usaremos a palavra Alunos para fazermos referência à fala conjunta de mais de um aluno.

> *Aluna 1: Agora vamos mostrar que* $\mathbb{Z}_m - \{0\}$ *é um grupo multiplicativo. Para isso, basta provar que para todo* $\bar{a}$ *pertencente a* $\mathbb{Z}_m - \{0\}$ *existe* $\overline{b}$ *também pertencente a* $\mathbb{Z}_m - \{\overline{0}\}$*, tal que* $\bar{a} \cdot \bar{b} = 1$.
> *Professor: Se você provar isso, estará provando o quê, exatamente?*
> *Aluna 1: Que* $\mathbb{Z}_m - \{0\}$ *é um grupo.*
> *Professor: Você está me dizendo que para provar que um conjunto com uma operação é um grupo, basta provar a existência de uma única propriedade?*
> *Alunos: Para provar que é grupo, tem que provar que é associativa, possui elemento neutro e todo elemento é simetrizável.*
> *Professor: Se você provar a existência de* $\overline{b}$*, tal que* $\bar{a} \cdot \bar{b} = 1$*, o que você estará provando exatamente?*
> *Aluna 2: Que todo elemento tem simétrico.*
> *Professor: E isso é suficiente para garantir que* $\mathbb{Z}_m - \{0\}$ *é um grupo multiplicativo?*
> *Aluna 1: Mas a associativa decorre das propriedades de congruência que já mostramos. Além disso, está claro que o* $\overline{1}$ *é o elemento neutro.*
> *Professor: Mostraram antes... e está claro pra quem? uma demonstração precisa estar bem escrita e, em um seminário, todas as afirmações precisam ser ditas e explicadas, pois sem explicações nem todos poderão acompanhar o raciocínio de vocês.*

Observando esse diálogo, podemos perceber a correlação entre conteúdo e pedagogia, ou seja, uma reflexão sobre a matéria que estava sendo trabalhada proporcionou a promoção de conhecimento específico de conteúdo, e a necessidade de explicá-lo promoveu condições para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico. Nesse momento, surgiu o que Shulman (1987) chama de potencialização para a construção do *conhecimento pedagógico do conteúdo.* Observamos também a necessidade de uma estruturação mental para a organização do conhecimento de conteúdo, de forma a possibilitar uma exposição argumentativa relacionada aos conteúdos que já haviam sido trabalhados e que, supostamente, eram de conhecimento do público presente, revelando, assim, uma abordagem psicocognitiva, levantada por Martin (1992) apud Borges (2001).

A seguir, apresentaremos um pouco mais dos diálogos ocorridos durante o seminário mencionado.

Aluna 1: Como m é primo, o máximo divisor comum é 1. Assim, existem inteiros x_0 e y_0 tais que $mx_0+ay_0=1$.
Professor: Por que você pode garantir a existência de x_0 e y_0 satisfazendo essa condição?
Aluna 1: Porque o máximo divisor comum vale 1.
Professor: Máximo divisor comum entre quem e quem? sempre que se fala em máximo divisor comum, tem que deixar claro "máximo divisor comum de quem". Mas, mesmo assim, não parece óbvio que o fato do máximo divisor comum entre a e m ser 1 garanta o que você falou e escreveu.
Aluna 2: Ah, professor. Na verdade, isso estava no livro, como a gente não entendeu, resolvemos falar igual tá lá.
Professor: Mas se vocês tivessem dando aula e durante a preparação dessa aula não entendessem o que o estava no livro, vocês iriam reproduzir o que estava escrito, mesmo sem entender? Se vocês não entenderam da forma que estava escrito, acham que seus alunos entenderiam? Acreditam mesmo que seria a melhor forma de ensinar esse conteúdo?
Aluna 1: Ah, mas quando eu for professora, eu vou saber o que estou ensinando.
Professor: Quem garante? Professores se deparam, muitas vezes, com coisas que eles ainda não pensaram, com problemas que não sabem resolver, ou com perguntas que não sabem a resposta...

Nesse diálogo, mesmo não sendo o que Tardif (2000) trata especificamente como saberes experienciais, podemos evidenciar, nas conversas que se seguiram, que os alunos fizeram uma reflexão sobre esse tipo de saber, que se adquire com a prática, com a vivência, com as relações sociais, etc. Além disso, podemos perceber também a construção de um saber disciplinar. De fato, além da necessidade de conhecer a matéria que o professor irá ministrar, ele precisa estar atento ao objetivo, ao discurso e ao método de ensino. Diante disso, levanta-se a hipótese da grande responsabilidade do que é ser professor: a preparação adequada de uma aula, a humildade e disponibilidade para buscar no meio acadêmico, com outros professores, ou em outro meio confiável, respostas para questões que nós, como professores, não sabemos e precisamos saber, para que nossa aula seja capaz de oferecer condições suficientes para nossos alunos aprenderem.

Durante nosso processo de investigação, conseguimos evidenciar particularidades da Álgebra Abstrata capazes de promover conhecimentos e saberes necessários à formação do professor de Matemática. Esses conhecimentos, se não forem conseguidos em formação inicial, deverão ser adquiridos em formação continuada, por meio de cursos, ou a "duras penas" durante sua prática docente.

Por meio de uma comparação dessas particularidades da Álgebra Abstrata com outras disciplinas correlatas, como Análise Real, Álgebra Linear e Teoria dos Números, feita com base nas experiências dos pesquisadores em suas atuações como professores dessas disciplinas, foi possível conjecturar que elas também teriam possibilidades de propiciar conhecimentos/saberes proporcionados pela Álgebra Abstrata. Porém, essas outras disciplinas não possuem a mesma amplitude da Álgebra Abstrata. De fato, a Análise Real se estabelece pelo estudo dos números reais que, conjuntamente com suas operações, são um Corpo, ou seja, um conteúdo particular da Álgebra Abstrata. Em Álgebra Linear, estudam-se os Espaços Vetoriais e outros conteúdos definidos sobre eles, e os Espaços Vetoriais são fundamentados em um Corpo. De maneira análoga, podemos observar que em Teoria dos Números, o estudo se constitui, basicamente, de números Naturais e de números Inteiros, que são, respectivamente, Monoide e Domínio de Integridade, ou seja, estruturas algébricas trabalhadas em Álgebra Abstrata.

Além da justificativa da abrangência da Álgebra Abstrata apresentada no parágrafo anterior, podemos visualizar também sua vastidão dentro da própria Educação Básica, campo de atuação do professor formado na Licenciatura em Matemática. Com efeito, as Matrizes Quadradas e os Polinômios, com suas operações de adição e *multiplicação direta*, são Anéis; os números Racionais, os números Reais e os números Complexos, com suas operações de adição e multiplicação, são Corpos. Enfim, a Álgebra Abstrata permeia, e até mesmo fundamenta, grande parte dos conteúdos estudados na Educação Básica. Ademais, conteúdos como os Números Irracionais e as propriedades definidas sobre eles são estabelecidos ou admitidos por convenção, na Educação Básica, não havendo base para fundamentá-los ou justificá-los, justamente pelo fato de os Números Irracionais, com suas operações, não se constituírem em uma estrutura algébrica e, portanto, não gozarem das propriedades dessas estruturas.

Diante do que foi exposto, não temos dúvidas de que a Álgebra Abstrata se apresenta fortemente como uma esfera adequada e auspiciosa para impulsionar a construção de diversos conhecimentos/saberes necessários à formação do professor. Contudo, essa disciplina, por si só, não é capaz de proporcionar a promoção desses conhecimentos e desses saberes. Ela precisa estar alinhada a uma metodologia capaz de levar o estudante a se tornar um agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, considerando atividades que desenvolvam habilidades de escrita argumentativa e de uma retórica adequada à sala de aula, ou seja, uma linguagem informal, acessível ao seu futuro aluno, sem perder o formalismo necessário. Assim, considerando todas essas diligências, a disciplina Álgebra Abstrata, sem dúvida, pode ser considerada importante para a composição do currículo de um curso de Licenciatura em Matemática.

CONSIDERAÇÕES

Ao se trabalharem conteúdos da Álgebra Abstrata, é possível proporcionar condições para que diversos conhecimentos, necessários ao professor de Matemática, sejam construídos direta ou indiretamente. Sem dúvida, essa disciplina possui grande potencialidade para a promoção do conhecimento de conteúdo. Mas, conjuntamente com a construção desse conhecimento, é possível evidenciar elementos capazes de promover conhecimento pedagógico e conhecimento disciplinar, além de reflexões sobre a necessidade de um conhecimento experiencial. Porém, gostaríamos de ressaltar a necessidade de se fazer um trabalho diferenciado, pois essa Álgebra apenas apresenta um terreno propício para se plantarem elementos capazes de produzir diversos conhecimentos. Contudo, esse terreno precisa ser bem trabalhado e receber cuidados adequados. Isso demanda uma preparação minuciosa, um conhecimento amplo do professor formador sobre educação e, principalmente, experiência para conseguir bons resultados.

Em Álgebra Abstrata, e mesmo em outras disciplinas de conteúdos específicos de um curso de Licenciatura, o foco deve ser a formação do professor. Nesse sentido, o professor formador de professores precisa sempre, na preparação de suas aulas, tentar entender como os conteúdos que ele irá ministrar poderão contribuir para que seu aluno seja um bom professor. Para que ele consiga ter êxito, é necessário observar se existem outros elementos além do próprio conteúdo, inerentes à disciplina, que sejam capazes de promover o desenvolvimento do aluno como professor. Uma das formas de se obter isso seria se perguntando “que relação existe entre esse conteúdo que vou ministrar com a futura prática do professor?” Se o formador de professores não conseguir encontrar essa relação no próprio conteúdo ministrado, ele deveria focar em outros elementos inerentes ao conteúdo, como as simbologias e as terminologias usadas no desenvolvimento da linguagem escrita ou falada; no desenvolvimento cognitivo do estudante, como sua capacidade de fazer ou, pelo menos, de entender uma demonstração matemática; no entendimento e na capacidade de encontrar padrões e fazer generalizações; no desenvolvimento do seu raciocínio algébrico, observando como e quando esse tipo de pensamento está presente no seu aluno e como dar condições para seu desenvolvimento.

Vale ressaltar também, com base em toda dinâmica ocorrida dentro da nossa pesquisa, que, quando o professor de uma disciplina de conteúdo específico, de um curso de Licenciatura em Matemática, passa a se preocupar com outros conhecimentos além do conhecimento de conteúdo que sua disciplina pode promover, ele começa a se preocupar e se tornar mais cuidadoso com elementos peculiares à disciplina, a que, muitas vezes, ele não atentaria se não estivesse com essa visão mais ampla sobre os conhecimentos do professor. Dentre esses elementos, podemos destacar a própria postura do professor em relação à construção de um processo de investigação dentro de sua aula, procurando entender a relação de sua disciplina com a formação do futuro professor; o cuidado com a linguagem escrita e oral, observando a necessidade do uso de simbologias e terminologias adequadas à escrita e o cuidado com o significado que o estudante irá produzir para suas palavras; a elaboração de um processo de avaliação mais abrangente que leve em consideração, principalmente, as avaliações formativas, procurando entender o que está ocorrendo dentro da sua sala de aula e, se o que está ocorrendo está dentro do que ele espera e, baseado nisso, fazer as devidas intervenções se necessário, dentre outras.

Portanto, nós, professores de um curso de Licenciatura em Matemática, ao ministramos uma disciplina, devemos estar atentos a outras formas de aprendizagem que essa disciplina pode proporcionar além do entendimento dos conteúdos propostos por ela, explorando isso para conseguir levar os estudantes a conceberem outros saberes importantes para sua formação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. de; LIMA, M. das G. de. Formação inicial de professores e o curso de Pedagogia: reflexões sobre a formação matemática. **Ciência & Educação**, v. 18, p. 451–468, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Traducao Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BORGES, C. Saberes docentes: Diferentes Tipologias e Classificações de um Campo de Pesquisa. **Educação & Sociedade**, n. 74, p. 59–76, 2001.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas: Papirus, 1999.

FONSECA, C. F. R.; CARDOSO, C. de A. A Educação Matemática e Letramento: textos para ensinar Matemática e Matemática para ler texto. In: NACARATO, A. M.; LOPES, C. E. (Ed.). **Escritas na Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p. 66–70.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. 8. ed. Rio de Janeiro-RJ: Editora Record, 2004.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

PINTER, C. C. **A Book of Abstract Algebra**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2013.

SANTOS, S. A. Explorações da Linguagem Escrita nas Aulas de Matemática. In: NACARATO, A. M.; LOPES, C. E. (Ed.). **Escritas e Leituras na Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p. 129–140.

SHULMAN, L. S. Those who understands: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 2, n. 15, p. 4–14, 1986.

SHULMAN, S. L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, p. 1–22, 1987.

SKOVSMOSE, O. Matemática em Ação. In: **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, p. 5–24, 2000.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 17. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2014.

USISKIN, Z. Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. In: ARTUR, F. C.; ALBERT P S (Ed.). **as idéias da álgebra**. Traducao H D Hygino. São Paulo - SP: Atual editora, 1995. p. 9–22.

Submetido em 22/06/2022.

Aprovado em 24/01/2023.