

PENSAMENTO ALGÉBRICO NOS ANOS INICIAIS: DESVELANDO AS APRENDIZAGENS PROFISSIONAIS DE PROFESSORES

Miriam Criez Nobrega Ferreira¹

GD 7 - Formação de Professores que Ensinam Matemática

Resumo: Historicamente a matemática, e mais especificamente a álgebra, tem se constituído como uma das áreas de conhecimento que mais tem contribuído para o insucesso escolar de muitas crianças e jovens. Neste sentido, pesquisadores, notadamente internacionais, vem investigando a viabilidade do trabalho com o pensamento algébrico já nos anos iniciais do Ensino Fundamental e de que forma seu ensino no início da escolaridade pode contribuir para uma melhor aprendizagem dos alunos. Porém tais pesquisas têm se voltado mais para o aluno que aprende do que para o professor que ensina. Considerando que o conhecimento do professor, tanto didático quanto matemático, se constitui como uma peça fundamental para a melhoria da qualidade do ensino e considerando também, a recente inclusão da álgebra na Base Nacional Comum Curricular como uma das unidades temáticas do ensino da Matemática, a pesquisa de doutorado ora apresentada busca compreender como decorre a aprendizagem profissional de professores dos anos iniciais do ensino fundamental no que se refere ao desenvolvimento do pensamento algébrico. Busca, portanto, de alguma forma, contribuir na formação de professores e no entendimento de como ensinar matemática de modo que os alunos consigam pensar algebricamente. A pesquisa parte de uma Investigação Baseada em Design que prevê ciclos iterativos de preparação, realização e análises retrospectivas, tendo como contexto de pesquisa a formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, de forma a constituir um corpo de conhecimentos teóricos e práticos.

Palavras-chave: Aprendizagem profissional do professor. Pensamento algébrico. Conhecimento matemático e didático.

INTRODUÇÃO

As evidências coletadas a partir da revisão de literatura bem como dos resultados de minha pesquisa de mestrado (FERREIRA, 2017a) indicam o pensamento algébrico como um tema recente no ensino da Matemática junto aos alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, na conjuntura internacional, mas principalmente no cenário brasileiro. Neste sentido, Russell, Schifter e Bastable (2011) sinalizam para a necessidade de dar continuidade às investigações conhecendo melhor a aprendizagem docente e os conhecimentos, matemáticos e didáticos, que o professor dos anos iniciais precisa ter para desenvolver o pensamento algébrico de seus alunos.

A importância em investigar a aprendizagem profissional do professor no que se refere ao ensino da Álgebra nos anos iniciais do Ensino Fundamental se evidencia nas

¹ Universidade de Lisboa; Instituto de Educação; Didática da Matemática; criezmiriam@gmail.com; orientadores: Prof^o Alessandro Ribeiro e Prof^o João Pedro da Ponte.

lacunas identificadas na literatura, a saber: (i) no conhecimento matemático do professor no que se refere ao que ensinar e como ensinar (BALL; BEN-PERETZ; COHEN, 2014; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018), (ii) na importância e necessidade de se trabalhar o pensamento algébrico nos anos iniciais (BLANTON; KAPUT, 2005; BRIZUELA; EARNEST, 2006; CANAVARRO, 2007; CARRAHER; SCHLIEMANN; KIERAN, 2004), (iii) no descompasso entre o que se ensina e as condições que podem apoiar e promover a aprendizagem de professores e a forma como esses profissionais aprendem (HERNANDEZ, 1998; SMITH, 2001) considerando a formação de professores como pedra angular no processo de melhoria na qualidade da educação (BALL; COHEN, 1999).

Neste sentido, a minha pesquisa de doutorado busca desvelar e explicar como se dá a aprendizagem profissional do professor, no sentido de contribuir para repensar a formação de professores, tendo por objetivo: *Compreender como decorre a aprendizagem profissional de professores dos anos iniciais do ensino fundamental no que se refere ao desenvolvimento do pensamento algébrico*, coletando dados em um curso de formação para professores que já lecionam nos anos iniciais do Ensino Fundamental, e em observações de duas aulas de três professores, utilizando a metodologia Investigação baseada em Design. Por meio de ciclos iterativos de testagem, análise e refinamento serão oferecidas duas formações, sendo a segunda se constituindo como um refinamento da primeira, com professores diferentes da primeira formação.

As questões que buscam responder ao objetivo geral da pesquisa são:

- Como professores dos anos iniciais desenvolvem os conhecimentos, matemático e didático, relativo ao trabalho com o pensamento algébrico?
- Qual o papel das oportunidades de aprendizagem profissional nesse desenvolvimento?
- Como os professores dos anos iniciais mobilizam os conhecimentos, matemático e didático, em sua prática letiva, ao lecionar o pensamento algébrico?

O artigo está dividido (i) na revisão de literatura necessária a consecução do objetivo de pesquisa e (ii) na metodologia que ao considerar as premissas postas pelo enquadramento teórico, discorre sobre os princípios da Investigação baseada em Design e os processos de recolha e análise dos dados.

REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura se sustenta em torno de três eixos: (i) o Conhecimento profissional necessário ao professor que ensina Matemática, buscando responder a *o que o professor precisa aprender*, (ii) a Aprendizagem profissional de professores, buscando respostas a *como o professor aprende*, e (iii) o Programa de formação de professores que engloba os conceitos, premissas e pressupostos discutidos nos dois primeiros eixos delineando os objetivos, conteúdos e estratégias do programa formativo desenvolvido.

Conhecimento profissional necessário ao professor que ensina Matemática

Para a discussão do conhecimento profissional do professor são discutidos dois conhecimentos: o matemático e o didático, sedimentados ambos na reflexão da prática letiva, bem como o conhecimento dos alunos.

O conhecimento matemático, ao se referir ao conhecimento do desenvolvimento do pensamento algébrico nos anos iniciais, dá enfoque no pensamento relacional e funcional, dois tipos de pensamento essencialmente importantes no trabalho com os anos iniciais do ensino fundamental.

O conhecimento didático tem por foco as tarefas e a comunicação matemática na sala de aula considerando que, segundo Ponte, Quaresma e Branco (2012), estes aspectos se constituem como elementos chave da prática profissional do professor. No que se relaciona ao conhecimento das tarefas matemáticas a serem desenvolvidas com os alunos, Ponte (2005) propõem duas dimensões para análise: o nível de estruturação da tarefa que se relaciona ao grau de explicitação das questões propostas, podendo levar a tarefas abertas e tarefas fechadas; e o desafio matemático que as tarefas suscitam, que se relaciona ao grau de desafio matemático intrínseco, ou seja, o grau de dificuldade da tarefa, se constituindo em desafio reduzido e elevado (PONTE, 2005).

Para Ball e Cohen (1999), conjugado ao conhecimento do conteúdo da matéria e da pedagogia está o conhecimento sobre alunos – como eles são, seus interesses e dificuldades. Também colocam como papel do professor saber ouvir e interpretar as ideias que as crianças trazem, além de acreditar que as crianças são capazes de pensar

matematicamente. Por outro lado, considerando que não se pode visualizar o raciocínio/pensamento dos alunos a não ser pelas suas diferentes representações, estas se constituem como ferramentas poderosas para acessar como o aluno está a pensar (FOSNOT; DOLK, 2001).

Conhecer sobre os alunos, sobre as tarefas matemáticas e sobre a comunicação matemática são elementos de um mesmo conjunto de conhecimentos que ao fazer parte do dia a dia do ensino da matemática, constituem o que é efetivado em sala de aula, se traduzindo na prática letiva, o que para Ball e Cohen (1999) se constitui como o lócus da aprendizagem dos professores uma vez que muito daquilo que os professores precisariam aprender “deveria ser aprendido dentro e a partir da prática mais do que no preparo da prática” (BALL; COHEN, 1999, p. 10). Conforme os autores vão explicitando a natureza complexa do ensino na qual está presente a improvisação e a importância do conhecimento do conteúdo e da pedagogia, os autores também afirmam que “o uso de tal conhecimento para ensinar depende do conhecimento que não pode ser inteiramente aprendido de antemão ou fora da prática” (BALL; COHEN, 1999, p. 12). Em outras palavras, especial atenção é dada às práticas letivas, as quais podem interferir diretamente no processo de ensino e aprendizagem (PONTE; QUARESMA; BRANCO, 2012).

A aprendizagem profissional do professor

Nesta seção são evidenciados elementos e princípios da gênese da aprendizagem, buscando responder a *como o professor aprende*, o seu processo de aprendizagem.

A literatura pesquisada revelou algumas características inerentes a aprendizagem de professores que estão sintetizados no Quadro 1:

Quadro 1 – Características da aprendizagem profissional do professor

O professor aprende a partir de:	Autores
Atividade mental	Piaget (1987); Vigotski (2007).
Interação com o meio	Oliveira (1993); Opfer e Pedder (2011); Piaget (1987); Vigotski (2007).
Contato com desafios (conflito cognitivo)	Ball (1988); Cobb, Wood e Yackel (1990); Piaget (1989).
Experiência e contexto no qual está inserido	Ball e Cohen (1999); Bransford, Brown e Cocking (1999); Schön (2000); Webster-Wright (2009).
Reflexão sobre a prática (prática	Ball e Cohen (1999); Bransford, Brown e Cocking

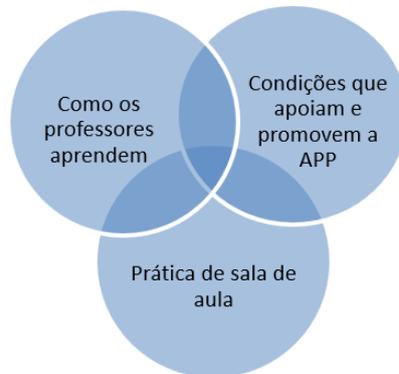
como elemento central da aprendizagem)	(1999); Ponte (2005); Schon (2000); Webster-Wright (2009).
Interação com outros professores	Ball e Cohen (1999); Bransford, Brown e Cocking (1999);

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao buscar em quais contextos se dá a aprendizagem profissional do professor, tem-se como *locus* privilegiado a formação de professores, quer seja em nível inicial ou continuado. Para além das diferentes conceituações da formação de professores, vale observar em que medida a formação pode ser um meio eficiente para a aprendizagem do professor, considerando-o como sujeito de sua própria aprendizagem, em formações que privilegiem a troca de experiência e a reflexão sobre a prática letiva. Para tanto, trabalho com a ideia de oportunidades de aprendizagem profissional nas quais é enfatizada a importância (i) das discussões coletivas, (ii) do papel do formador e (iii) das tarefas de aprendizagem profissional, observando-as a partir de um todo organicamente complexo.

Ao perguntar em que medida as formações oferecidas aos professores estão, de fato, provocando mudanças no trabalho desenvolvido junto aos alunos, uma vez que, como aponta Ball e Cohen (1999) há um caráter de superficialidade em muitas dessas formações, Borko (2004) expressa que “programas de desenvolvimento profissional intensivo podem ajudar os professores a aumentar seu conhecimento e mudar sua prática de ensino” (p. 5). Autores como Ball e Cohen (1999) apontam lacunas nas pesquisas sobre formação de professores e portanto, a necessidade de se prosseguir com pesquisas de forma a aprofundar os aportes teóricos no que diz respeito a elevar o conhecimento profissional dos professores, melhorando sua prática. Por um outro lado, autores como Hernandez (1998), Smith (2001) e Webster-Wright (2009) ressaltam que, ao mesmo tempo que muita importância tem se dado às propostas de formação (nos programas e em seus conteúdos) pouca relevância tem se dado à forma como os professores aprendem, bem como a relação entre o que se ensina e o que se aprende. Neste sentido, o Programa de Formação Continuada proposto foi construído tendo em vista um diálogo entre a formação e as formas pelas quais os professores aprendem, olhando para as condições que podem apoiar e promover esta aprendizagem, buscando refletir o vínculo entre o que se ensina e a aprendizagem profissional do professor, assumindo como um dos componentes deste diálogo o papel da prática do professor (Figura 1):

Figura 1: Diálogo entre a aprendizagem do professor e os processos formativos



Fonte: Elaborado pela autora

Programa de Formação Continuada

O primeiro processo formativo foi realizado com 14 professores dos anos iniciais do ensino fundamental, no município de São Bernardo do Campo, no estado de São Paulo, Brasil. A formação, cujo objetivo foi o de trabalhar os conhecimentos matemáticos e didáticos no que se refere ao desenvolvimento do pensamento algébrico, teve carga horária de 64 horas, distribuídas em 32 horas presenciais e 32 horas de trabalho autônomo dos professores. As 32 horas presenciais foram divididas em 8 encontros de 4 horas e o trabalho autônomo teve como principal objetivo a organização, desenvolvimento e registro, junto aos alunos, de tarefas matemáticas. O Quadro 2 descreve os objetivos e conteúdos do Programa de Formação que muito embora os conhecimentos, matemático e didático, estejam dispostos em separado na escrita, foram trabalhados e discutidos no programa formativo, de forma não dissociada:

Quadro 2 – Programa de Formação Continuada – Objetivos e Conteúdos

Aprendizagem do professor	
Objetivo geral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compreender as estruturas matemáticas que subjazem a álgebra nos anos iniciais; ▪ Compreender a necessidade de trabalhar com o pensamento algébrico nos anos iniciais; ▪ Elaborar tarefas matemáticas para o desenvolvimento do pensamento algébrico dos estudantes. ▪ Conduzir e avaliar o trabalho dos alunos em tarefas envolvendo pensamento algébrico.

	Conhecimento matemático	↔	Conhecimento didático
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pensamento algébrico - A generalização como nuclear no seu desenvolvimento; ▪ Articulação entre Aritmética e Álgebra ▪ Pensamento relacional; <ul style="list-style-type: none"> Números e operações; Propriedades dos números; Propriedades das operações; Sinal de igualdade; ▪ Pensamento funcional: <ul style="list-style-type: none"> Padrões e sequências ▪ Raciocínio matemático ▪ Representações matemáticas 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordagem de ensino exploratório; ▪ Diferenciação entre atividade e tarefa; ▪ Tipos de tarefas matemáticas; ▪ Importância do trabalho com diferentes representações; ▪ Interpretação das ideias matemáticas dos alunos; ▪ Formas e fases da comunicação matemática: preparação e condução das discussões coletivas; ▪ Orquestração das discussões coletivas em sala de aula; ▪ Planejamento das aulas e das tarefas matemáticas. ▪ Documentos curriculares brasileiros e de outros países

Fonte: Elaborado pela autora.

METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa *Compreender como decorre a aprendizagem profissional de professores dos anos iniciais do ensino fundamental no que se refere ao desenvolvimento do pensamento algébrico*, utilizo a metodologia qualitativa Investigação Baseada em Design² (IBD). Uma parte dos dados da pesquisa foram recolhidos em um curso de formação para professores que ensinam nos anos iniciais do ensino fundamental, sendo constituídos por dois ciclos iterativos, intermediados por observações em sala de aula de três professores que participaram do primeiro ciclo da investigação (Quadro 3):

Quadro 3: Fases da pesquisa e sua dimensão temporal

Período	Março a junho de 2019	2.º semestre de 2019	2020	Após o 2.º ciclo

² Do original, Design Based Research (COBB; CONFREY; DISESSA; LEHRER; SCHAUBE, 2003).

Fases	1.º ciclo do Programa de Formação Continuada	Refinamento do 1.º ciclo do Programa de Formação Continuada, com análise retrospectiva	Entrevista, observação de duas aulas de 3 professores	2.º ciclo do Programa de Formação Continuada	Análise retrospectiva do programa de Formação Continuada
-------	--	--	---	--	--

Fonte: Elaborado pela autora

Cobb, Jackson e Dunlap (2016) apontam cinco características de um estudo de design: (i) abordam problemas que surgem na tentativa de apoiar o aprendizado de alunos ou professores contribuindo diretamente para melhorar a qualidade da prática educacional; (ii) tem uma “natureza altamente intervencionista” (p. 482), que apoia o desenvolvimento de novos formatos de formação de professores tendo por objetivo estudar seu processo; (iii) têm uma forte orientação teórica e pragmática, uma vez que busca desenvolver uma teoria que possa ajudar a compreender os processos de aprendizagem de professores, ao mesmo tempo em que procura estudar a melhor forma de apoiar esta aprendizagem; (iv) envolvem ciclos iterativos de projeto e análise, melhorando o design de forma a apoiar a aprendizagem dos professores, e (v) têm a capacidade de generalizar o processo de aprendizagem para situações mais amplas e diversas.

Considerando portanto, as características presentes na investigação, a IBD constitui uma metodologia especialmente significativa para a operacionalização da pesquisa, pois (i) tem como interesse principal encontrar soluções para os problemas educativos, que são evidenciados pelas lacunas no conhecimento dos professores ao ensinar Álgebra nos anos iniciais (FERREIRA, 2017b), (ii) é uma modalidade de investigação que gera um produto, se constituindo na própria formação continuada (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015) e (iii) considera os ciclos iterativos de preparação, realização e análise retrospectiva da pesquisa, tendo um forte componente de intervenção (PONTE, ET.AL., 2016):

Assim, trata-se do propósito de, uma vez identificado o problema, gerar uma intervenção que deve ser materializada por meio de algum tipo de produto educacional. Este passa pelo processo de análise e refinamento, de modo que, ao fim da investigação, possa ser utilizado por outras pessoas em outros contextos (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015, p. 530).

No que diz respeito aos instrumentos de pesquisa, os oito encontros do Programa de Formação Continuada foram gravados em áudio e vídeo e, ao final de cada sessão formativa, o formador/investigador redigirá um diário de bordo, de forma a subsidiar uma possível reformulação para o encontro seguinte. Este diário de bordo é especialmente importante ao objetivar as análises contínuas que acontecerão entre um encontro formativo e outro. No que se refere à análise retrospectiva, esta ocorrerá ao final do programa formativo, considerando todos os dados produzidos durante o processo de formação. Ao final dos oito encontros se tem por objetivo “situar essa aprendizagem e os meios pelos quais ela foi apoiada em um contexto teórico mais amplo, enquadrando-a como um caso paradigmático de um fenômeno mais abrangente” (COBB; JACKSON; DUNLAP, 2016, p. 489).

Descrita a importância e relevância da utilização de uma IBD para a pesquisa bem como os procedimentos e instrumentos de coleta de dados, o Quadro 4 apresenta a correlação entre as questões de pesquisa, os instrumentos e procedimentos de coleta de dados e a que contexto corresponde cada procedimento de coleta de dados.

Quadro 4 – Desenho metodológico da pesquisa.

Objetivo da pesquisa: <i>Compreender como decorre a aprendizagem profissional de professores dos anos iniciais do ensino fundamental no que se refere ao desenvolvimento do pensamento algébrico</i>		
Questões da pesquisa	Procedimentos e Instrumentos de coleta de dados	Contexto
Como professores dos anos iniciais desenvolvem os conhecimentos, matemático e didático, relativo ao trabalho com o pensamento algébrico?	Discussões coletivas Questionário no início e no final da formação Entrevistas Desenvolvimento nas tarefas de aprendizagem profissional	Formação Continuada e Observação da prática letiva
Qual o papel das oportunidades de aprendizagem profissional nesse desenvolvimento?	Diário de Bordo da investigadora	
Como os professores dos anos iniciais mobilizam os conhecimentos, matemático e didático,	Observação dos momentos de discussão/apresentação das tarefas que os professores irão desenvolver com os alunos. Registros de prática	Formação Continuada

em sua prática letiva, ao ensinar o pensamento algébrico?	Diário de Bordo da investigadora	
	Observação da prática letiva no que se refere aos conhecimentos, matemático e didático. Entrevista (conversa com o professor de modo a recolher informação complementar) Análise do planejamento do professor acerca das tarefas matemáticas. Diário de Bordo da investigadora	Observação da prática letiva

Fonte: Elaborado pela autora.

REFERÊNCIAS

- BALL, D.; BEN-PERETZ, M.; COHEN, R. B. Records of Practice and the Development of Collective Professional Knowledge. *British Journal of Educational Studies*, v. 62, n. 3, p. 317-335, 2014.
- BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? *Perspectivas da Educação Matemática, Mato Grosso*, v. 8, p. 526-546. 2015.
- BALL, D. L.; COHEN, D. K. Developing practice, developing practitioners. In L. Darling-Hammond; G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession*, San Francisco: Jossey, p. 3-32, 1999.
- BLANTON, M.; KAPUT, J. Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 36, n. 5, p. 412-446, 2005.
- BORKO, H. Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, v. 3, 8), p. 3-15, 2004.
- CANAVARRO, A. P. O pensamento algébrico na aprendizagem da Matemática nos primeiros anos. *Quadrante, Lisboa-Portugal*, v. XVI, n. 2, p. 81-118, 2007.
- CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D.; BRIZUELA, B. M.; EARNEST, D. Arithmetic and algebra in early mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 37, p. 87-115, 2006.
- COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; LEHRER, R.; SCHAUBE, L. Designing experiments in educational research. *Educational Researcher*, v. 32, n. 1, p. 9-13, 2003.
- COBB, P.; JACKSON, K.; DUNLAP, C. Design research: An analysis and critique. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.) *Handbook of international research in Mathematics Education*, New York, p. 481-503, 2016.
- FERREIRA, M. C. N. *Álgebra nos Anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise do conhecimento matemático acerca do Pensamento Algébrico*. 2017. 148f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do ABC/UFABC, Santo André, SP, Brasil, 2017a.
- FERREIRA, M. C. N. *Álgebra nos Anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise dos documentos curriculares nacionais*. *REnCiMa*, v. 8, n. 5, p. 16-34, 2017b.

FERREIRA, M. C. N.; RIBEIRO, C. M.; RIBEIRO, A. J. Conhecimento matemático para ensinar álgebra nos Anos iniciais do Ensino Fundamental. *Zetetiké*, Campinas, v.25, n. 3, set./dez., p.496-514, 2018.

FOSNOT, C. T.; DOLK, M. *Young Mathematicians at Work (Vol II): Constructing Multiplication and Division*. Portsmouth NH: Heinemann, 2001.

HERNÁNDEZ, F. Formação Docente: o desafio da qualificação cotidiana. A Importância de Saber como os Docentes Aprendem. *Pátio Revista Pedagógica*, nº 4 fev/abr, 1998.

KIERAN, C. Algebraic thinking in the early grades: What is it? *The Mathematics Educator*, v. 8, n. 1, p. 139-151, 2004.

PONTE, J. P. Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.) *O professor e o desenvolvimento curricular*, Lisboa, p. 11 – 34, 2005.

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; BRANCO, N. Práticas profissionais dos professores de Matemática. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, vol 1, p. 65-86, 2012.

PONTE, J. P.; CARVALHO, R.; MATA-PEREIRA, J.; QUARESMA, M. Investigação baseada em design para compreender e melhorar as práticas educativas. *Quadrante*, v. XXV, nº 2, 2016.

RUSSELL, S. J.; SCHIFTER, D.; BASTABLE, V. *Developing Algebraic Thinking in the Context of Arithmetic*. Early Algebraization, *Advances in Mathematics Education*, 2011.

SMITH, M. S. *Practice-Based Professional Development for Teachers of Mathematics*. Reston: NCTM, 2001.

WEBSTER-WRIGHT, A. Reframing Professional Development Through Understanding Authentic Professional Learning. *Review of Educational Research*, v. 79, n. 2, p. 702–739, 2009.