

Aprendizagem profissional do professor de Matemática e o ensino de Álgebra: buscando articulações entre a escola básica e a universidade¹

Alessandro Jacques Ribeiro

Resumo

A literatura tem indicado a carência de pesquisas que se proponham a investigar e a desvelar qual é e como se constitui a gênese da aprendizagem profissional dos professores para o ensino de álgebra na escola básica. Com isso, temos desenvolvido estudos que tematizam e consideram a aprendizagem profissional do professor como sendo construída na prática da sala de aula e a partir dela, e que essa aprendizagem é mediada por tarefas de aprendizagem profissional, por interações discursivas e pelo papel e as ações do formador durante processos de formação. O presente artigo visa apresentar e discutir resultados de investigações (i) sobre a aproximação da matemática escolar e da matemática acadêmica e (ii) sobre a presença e a interlocução da prática como um componente essencial nos conhecimentos matemáticos e didáticos dos professores para o ensino de álgebra, da escola básica à universidade.

Palavras-chave: aprendizagem do professor, ensino de álgebra, matemática universitária e matemática escolar, formação de professores.

Abstract²

The literature has indicated the lack of research that aims to investigate and unveil what is the genesis of teacher professional learning for the teaching of algebra in primary school and how it is constituted. With this, we have developed studies that thematize and consider the teacher's professional learning as being built on and from the classroom practice, and that this learning is mediated by professional learning tasks, discursive interactions and the role and actions of the trainer during training processes. This paper aims to present and discuss research findings (i) on the approximation of school Mathematics and academic Mathematics and (ii) on the presence and dialogue of practice as an essential component in teacher mathematical and didactic knowledge for teaching algebra, from primary school to university.

A. J. Ribeiro

Universidade Federal do ABC (UFABC), Brasil
alessandro.ribeiro@ufabc.edu.br

¹ Este trabalho corresponde a una conferencia paralela dictada por el autor en la XV CIAEM, celebrada en Medellín, Colombia, del 5 al 10 de mayo de 2019.

² El resumen y las palabras clave en inglés fueron agregados por los editores.

Recibido por los editores el 10 de junio de 2019 y aceptado el 20 de julio de 2019.

Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2019. Año 14. Número 18. pp 117–129. Costa Rica

Keywords: teacher learning, algebra teaching, university Mathematics, school Mathematics, teacher education.

Resultados de pesquisas desenvolvidas no Brasil³ (Alves, Aguiar, & Ribeiro, 2018; Elias, Ribeiro, & Savioli, 2019; Ferreira, Ribeiro, M., & Ribeiro, A., 2017; Lautenschlager & Ribeiro, 2017; Pazuch & Ribeiro, 2017; Ribeiro, Aguiar, & Pazuch, 2018; Ribeiro, Bezerra, & Gomes, 2017; Ribeiro & Cury, 2015) tem apontado para as especificidades dos conhecimentos e das práticas dos professores que ensinam matemática, da escola básica à universidade, no que tange ao ensino de álgebra. Tais pesquisas destacam particularidades relacionadas aos conhecimentos profissionais dos professores para o ensino de equações, funções, estruturas algébricas, bem como, para a promoção do pensamento algébrico no ensino da matemática nos primeiros anos de escolaridade.

Os conhecimentos profissionais (Ball, Thames, & Phelps, 2008; Ponte, 1999) e a prática dos professores (Cochran-Smith & Lytle, 1999; Lampert, 2010; Ponte & Chapman, 2008) inserem-se dentre dos temas amplamente investigados quando inventariamos a vasta literatura de pesquisa na formação de professores que ensinam matemática (Fiorentini, Passos, & Lima, 2016; Gellert, Hernández, & Chapman, 2013; Ponte, 2014; Stahnke, Schueler, & Roesken-Winter, 2016). No entanto, pesquisas que se proponham a desvelar qual é e a explicar como se constitui a gênese da aprendizagem profissional dos professores (Opfer & Pedder, 2011; Webster-Wright, 2009) para o ensino de Álgebra na escola básica (McCrorry, Floden, Ferrini-Mundy, Reckase, & Senk, 2012) é uma lacuna a ser contemplada em estudos futuros.

A preocupação que justifica os esforços envidados nos estudos desenvolvidos em nossa agenda de pesquisa, emergem de resultados apontados por pesquisas acerca dos processos de ensino e de aprendizagem de álgebra, resultados estes que demonstram o insucesso dos estudantes na aprendizagem deste tema (Cyrino & Oliveira, 2011; Dorigo & Ribeiro, 2010; Kaput, 2008; Matos & Ponte, 2009; Stephens & Ribeiro,), ao mesmo tempo que documentam as dificuldades encontradas pelos professores no ensino de álgebra nos diferentes níveis escolares (Barbosa & Ribeiro, 2013; Doerr, 2004; Pazuch & Ribeiro, 2017; Ponte & Branco, 2013; Ribeiro, 2012; Ribeiro & Cury, 2015; Ribeiro & Oliveira, 2015; Wasserman, 2015).

Em complemento à problemática que se constitui, quando se atua na e se investiga a formação de professores que ensinam matemática, um dos grandes desafios a ser superado é o distanciamento entre a matemática ensinada nos cursos de formação inicial de professores e as práticas matemáticas efetivamente relacionadas à atuação na escola básica (Klein, 2004). Em nosso grupo de pesquisa, temos nos debruçados sobre questões desta natureza, por exemplo, nos trabalhos de Elias, Ribeiro e Savioli (2019), de Lautenschlager e Ribeiro (2017), e de Ribeiro e Oliveira (2015).

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar e discutir resultados de pesquisas que problematizam a aprendizagem profissional do professor para o ensino de álgebra, da escola básica

³"FORMATE - Formação Matemática para o Ensino", grupo de pesquisa credenciado no CNPq e que desenvolve pesquisas sobre conhecimentos profissionais do professor de matemática. Disponível em 13 mar. 2019, em: <<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8814738426604861>>

à universidade, pesquisas estas desenvolvidas ao longo dos últimos anos e, em especial, em um projeto de pesquisa⁴ longitudinal envolvendo professores, formadores e pesquisadores da área da Educação Matemática.

1. Fundamentos teóricos

Ao retomar o objeto de estudo de nosso grupo, quer seja, a aprendizagem profissional dos professores, nota-se que tal temática tem sido estudada, discutida e investigada há vários anos (Opfer & Pedder, 2011). Dentre os resultados de estudos sobre a temática, no campo da Educação Matemática, emergiu uma perspectiva de aprendizagem profissional de professores fortemente ancorada na prática da sala de aula (Ball & Cohen, 1999; Lampert, 2010; Ponte & Chapman, 2008; Smith, 2001) e facilitadora de uma "aprendizagem profissional autêntica" (Webster-Wright, 2009).

Em seu estudo, Webster-Wright (2009) destaca ainda, que a formação inicial na universidade é apenas a primeira fase do processo de aprendizagem da vida profissional de muitos trabalhadores, como é o caso dos professores, uma vez que a eficácia dessa aprendizagem ocorre ao longo de muitos anos e no contexto da prática profissional. Essa visão holística sobre a aprendizagem profissional, em especial do professor, é também sustentada por Opfer e Pedder (2011), autores que defendem uma análise da aprendizagem profissional docente como um sistema complexo, e não como eventos episódicos. Neste sistema complexo inserem-se o professor, a escola e as tarefas/atividades que lhes são fornecidas para mediar a aprendizagem.

Mas como possibilitar uma aprendizagem profissional ao professor que, ao mesmo tempo, tenha início na universidade, considere a prática da sala de aula, e seja desenvolvida (e acompanhada) em sua vida profissional futura? Nesse sentido, temos buscado debruçar nossas atenções para a importância de elaborar e desenvolver oportunidades de aprendizagem profissional, fundamentadas na prática dos professores, de modo a proporcionar aprendizagem profissional aos docentes ao longo de suas carreiras (Loucks-Horsley, 1997; Loucks-Horsley, Hewson, Love, & Stiles, 1998). Tal perspectiva é corroborada por Bruce, Esmonde, Ross, Dookie, & Beatty (2010), autores que discutem em seu estudo, que o ambiente da sala de aula deve ser considerado como base para construir oportunidades de aprendizagem profissional para os professores, de modo que eles se envolvam com o "uso de ciclos interativos de planejamento, desenvolvimento e reflexão [de aulas]" e que isso possibilite "conhecer como essas oportunidades de aprendizagem impactam para a eficiência dos professores e desempenho dos alunos (p. 1599)".

Fundamentado na literatura discutida até o momento, adotamos em nossas investigações, um entendimento sobre a necessidade de se considerar oportunidades para os professores aprenderem, e que em tais oportunidades sejam considerados o papel-chave das tarefas

⁴ Projeto de pesquisa e de formação: "Conhecimento Matemático para o Ensino de Álgebra: uma abordagem baseada em perfis conceituais - COMEA", um projeto longitudinal, com duração de 4 anos (2013-2017), financiado pela Capes (Brasil).

de aprendizagem profissional (TAP), as quais assumimos como sendo "tarefas que envolvem professores no trabalho do ensino, podem ser desenvolvidas a fim de encontrar um objetivo específico para a aprendizagem do professor e levam em consideração o conhecimento prévio e a experiência que os professores trazem de sua atividade" (Ball & Cohen, 1999, p. 27). Vale destacar, como nos lembram Watson e Mason (2007), que há uma lacuna considerável na literatura acerca de estudos que analisem o papel das tarefas na aprendizagem dos professores, diferentemente da significativa produção relativa ao papel das tarefas na aprendizagem dos estudantes.

Em nosso trabalho de investigação, temos tomado por base um entendimento de que a aprendizagem do professor situa-se na prática diária, incluindo aí, não apenas os momentos de sala de aula, mas também de planejamento, avaliação, colaboração com colegas, entre outros (Davis & Krajcik, 2005); e que a aprendizagem do professor está distribuída entre indivíduos e subsidiadas por artefatos, como o caso de tarefas que são preparadas para sua formação (Putnam & Borko, 2000); consideramos a aprendizagem do professor como algo que:

envolve o desenvolvimento e a integração de uma base de conhecimento sobre conteúdo, ensino e aprendizagem; tornando-se [o professor] capaz de aplicar esse conhecimento em tempo real para tomar decisões no ensino; participar do discurso do ensino; e tornar-se enculturado (e engajado) em uma variedade de práticas de professores (Davis & Krajcik, 2005, p. 3).

Atualmente, como resposta às lacunas identificadas na literatura e, ao mesmo tempo, como uma necessidade vivenciada em nosso grupo de pesquisa, temos buscado organizar um framework, que chamamos de Oportunidades de Aprendizagem do Professor (OAP) (Ribeiro & Ponte, 2020, no prelo), o qual tem por intenção se constituir como um modelo teórico-metodológico para dar apoio para (i) organizar o design de processos formativos que objetivem promover aprendizagem aos professores e (ii) identificar se e avaliar como as três dimensões do modelo geram oportunidades para os professores aprenderem durante os processos formativos. O modelo que está sendo proposto contempla, de forma articulada e interativa, as três dimensões que o compõem: (a) Tarefas de Aprendizagem Profissional (TAP), (b) Interações Discursivas entre os Participantes (IDP), (c) Papel e Ações do Formador (PAF).

2. Aspectos metodológicos

Do ponto de vista da metodologia, adotamos uma abordagem qualitativa-interpretativa (Crotty, 1998; Erickson, 1986), fundamentada nos pressupostos da design-based research (DBR) (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Shaube, 2003; Ponte, Carvalho, Mata-Pereira, & Quaresma, 2016). Nossas investigações inserem-se em um tipo específico de DBR (Cobb, Jackson, & Dunlap, 2016), o qual contribui para que professores – trabalhando em conjunto e em colaboração com pesquisadores – desenvolvam aprendizagens que lhes possibilitem implementar práticas de ensino inovadoras em suas salas de aula.

Uma vez que nossa compreensão de aprendizagem profissional dos professores está fortemente ancorada em trazer a prática letiva dos professores como uma das componentes

essências das tarefas de aprendizagem profissional utilizadas nos processos formativos, certificamo-nos que tais tarefas contivessem registros da prática (Ball, Ben-Peretz, & Cohen, 2014), como materiais curriculares, vídeos ou narrativas de episódios de aula, amostras de produção escrita dos estudantes, dentre outros. Complementando as TAP, os processos formativos que desenvolvemos são sempre mediados também pelas interações discursivas entre todos os participantes (IDP) (Nemirovsky, Dimattia, Ribeiro, & Lara-Meloy, 2005) e pelo papel a ações dos formadores (PAF) (Remillard & Geist, 2002).

Os dados foram recolhidos ao longo dos 4 anos do projeto que estamos a discutir, advém de diferentes processos formativos, foram utilizados utilizados (i) gravações em vídeo e em áudio; (ii) recolha de documentos (protocolos produzidos por alunos e professores, planos de ensino, entre outros); (iii) observação das oportunidades de aprendizagem profissional; (iv) entrevistas com professores e com formadores; (v) observação de aulas implementadas pelos professores em escolas de educação básica. O processo de análise se dá de forma indutiva e por meio de diferentes técnicas, uma vez que os dados recolhidos são de fontes múltiplas. Utiliza-se a codificação dos dados recolhidos e, de especial interesse para o escopo deste artigo, foram consideradas as *vignettes* elaboradas (Borko, Jacobs, Eiteljor, & Pittman, 2008), as quais eram compostas por episódios que emergiram dos áudios e vídeos produzidos durante as aulas ministradas em escolas de educação básica, assim como, registros escritos das reuniões da equipe do projeto.

Os participantes de nossas pesquisas são (a) professores em formação inicial e (b) professores que lecionam em salas de aula da escola básica; (c) estudantes de pós-graduação; (d) professores universitários; (e) pesquisadores. A equipe de participantes que tem atuado ao longo dos últimos anos sofreu algumas várias em sua composição, uma vez que se trata de um projeto de 4 anos, assim como, a equipe de formadores. No que se refere aos formadores, ao longo do projeto, ora a equipe era liderada por professores universitários e pesquisadores, ora por estudantes da pós-graduação em educação matemática, ora fora lideradas por professores universitários em parceria com professores da escola básica.

Apesar do caráter cíclico e iterativo de uma pesquisa do tipo DBR, por limitação de espaço do presente texto, não será possível explorar os diferentes ciclos que compuseram o estudo longitudinal, mas, para fins de ilustrar resultados que temos alcançados nos diferentes momentos de nosso projeto, serão apresentadas "sínteses" das análises e conclusões de alguns dos estudos, de modo que o leitor possa ter um panorama geral das contribuições que temos gerado para a temática das aprendizagens profissionais dos professores para o ensino de álgebra nos diferentes níveis de ensino.

3. Panorama das pesquisas do FORMATE

Com a proposta de se apresentar os principais resultados das pesquisas desenvolvidas pelo grupo FORMATE (Formação Matemática para o Ensino), no âmbito dos conhecimentos e práticas dos professores no que tange ao ensino de álgebra nos diferentes níveis de ensino, no contexto da escola pública de educação básica até o ensino universitário, a síntese que se segue coloca em discussão diferentes temáticas. Iniciamos por um estudo que desenvolveu

um levantamento preliminar, de caráter "diagnóstico", no intuito de se conhecer a forma pelas quais, as avaliações de larga escala, os professores e os estudantes, concebiam a álgebra e seu ensino. Em seguida, por meio de estudos interventivos, investigou-se os processos de ensino e de aprendizagem de álgebra, dos primeiros anos de escolaridade até o ensino na universidade, levando-se em conta as diferentes temáticas da álgebra: do pensamento algébrico nos anos iniciais, passando por números, equações e funções, e chegando no estudo de estruturas algébricas na licenciatura em matemática.

O primeiro estudo a destacar, identificado por "*Conhecimentos algébricos manifestados a partir das macroavaliações e das compreensões conceituais de professores e de estudantes*", apresenta sínteses dos estudos diagnósticos realizados pelo grupo de pesquisa, os quais se relacionavam às três vertentes construídas e consideradas na pesquisa, a saber: as macroavaliações (como a Prova Brasil e o ENEM⁵); num segundo momento, os professores da Educação Básica e do Ensino Superior; finalmente, os estudantes da Educação Básica. Em sintonia com a temática da pesquisa desenvolvida pelo grupo, o intuito em cada uma dessas vertentes era identificar os conhecimentos algébricos manifestados nesses âmbitos e, no tocante aos professores, em específico, fossem do Ensino Superior ou da Educação Básica, acessar o que pensam sobre álgebra e sobre seu ensino. As análises dos dados produzidos durante essa etapa diagnóstica do projeto, possibilitaram a categorização das respostas dadas pelos sujeitos em seus respectivos contextos, tendo por base as concepções teóricas previamente estudadas pelo grupo e presentes na literatura. As análises realizadas fundamentaram ainda a construção de um Quadro Teórico de Referência (Ribeiro, Bezerra, & Silva, 2016), próprio para categorias de álgebra visando a abordagem de perfis conceituais, em acordo ao projeto que estava se desenvolvendo.

Trazendo para a discussão os números racionais e seus processos de ensino e de aprendizagem (Elias, Savioli, & Ribeiro, 2019), o segundo estudo que apresentamos é "*Tarefas de aprendizagem profissional sobre os números racionais em um curso de formação continuada de professores*", no qual são abordados aspectos do conhecimento matemático para o ensino dos números racionais na Educação Básica, buscando discutir com os professores participantes de processos formativos realizados pelo grupo, os diferentes significados dos números racionais, questões sobre o ensino e a aprendizagem desses números, bem como algumas relações com o tratamento mais formal desses números, via corpo dos números racionais. Para tanto, os encontros desses processos de formação foram planejados e desenvolvidos por meio de tarefas de aprendizagem profissional, tarefas preparadas e organizadas para atingir um objetivo específico para a aprendizagem de professores (no caso, favorecer o desenvolvimento do conhecimento matemático para o ensino dos números racionais), levando-se em consideração o conhecimento prévio e as experiências que os professores traziam para os encontros. Identificou-se que esses encontros, organizados por meio de tarefas, criaram um ambiente propício para discussões e aprendizagens profissionais, no sentido de que os professores puderam explicitar seus conhecimentos acerca do conceito de número racional (Conhecimento Comum do Conteúdo), refletir sobre dificuldades

⁵ A Prova Brasil e o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) são avaliações de larga escala realizadas pelo governo brasileiro aos estudantes da educação básica.

de seus estudantes ao lidarem com os números racionais (Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes), debater estratégias para o ensino das operações com esses números (Conhecimento do Conteúdo e do Ensino), e relacionar os números racionais a outros conteúdos matemáticos (p.e. equações polinomiais do primeiro grau com uma incógnita), estabelecendo uma conexão com a estrutura algébrica corpo (Conhecimento do Conteúdo no Horizonte).

O terceiro estudo contempla reflexões sobre *"Tarefas de Aprendizagem Profissional do Professor que ensina Matemática envolvendo o conceito de equação sob a perspectiva do perfil conceitual"*. Nele são abordados o papel das Tarefas de Aprendizagem Profissional (TAP) desenvolvidas em um processo formativo no qual se trabalhou com o conceito de equação a partir de uma abordagem de ensino diferenciada: a abordagem dos perfis conceituais⁶. Em uma das TAP em particular, os professores participantes elaboraram planos de aula para o 9º ano do Ensino Fundamental e para o 3º ano do Ensino Médio, planos estes que envolviam o conceito de equação sob a perspectiva do perfil conceitual. Os planos de aula elaborados foram analisados e selecionados pelos próprios professores participantes da formação, para que estes fossem desenvolvidos, posteriormente, em salas de aulas da Educação Básica. Essas aulas foram videogravadas e retornaram ao ambiente formativo para serem analisadas pelos professores participantes. Das análises depreendidas, a partir das discussões com os professores participantes sobre a TAP, conseguiu-se verificar a potencialidade desta TAP para a formação continuada de professores que ensinam matemática no que se refere ao conceito de equação e suas possibilidades de abordagens na Educação Básica (Alves, Aguiar, & Ribeiro, 2018).

O conceito de função foi o objeto matemático foco do quarto estudo *"Tarefas de aprendizagem profissional sobre o conceito de função: análise de uma intervenção com professores que ensinam matemática da Educação Básica"*. Nesse estudo foram apresentadas as tarefas trabalhadas com professores da Educação Básica durante o mesmo processo formativo do estudo anterior. A perspectiva a se alcançar era a de que fosse possibilitado aos professores estabelecerem relações com o conceito de função e seu ensino, ao produzirem materiais e ao debaterem aspectos de suas práticas docentes com outros professores. As quatro TAP desenvolvidas com os professores tematizaram: (1) *lista de fórmulas* (que pode ser utilizada para evidenciar conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito de função e também de equação por meio da dialogicidade); (2) *questões interdisciplinares* (caracterizam a dinâmica de coletividade no ensino por meio do intercâmbio entre as Ciências da Natureza e a Matemática, com base no processo de resolução de problemas para construir o conceito de função); (3) *estudo de documentos e de exames* (proporcionou aos professores um momento de estudo das macroavaliações e dos documentos que constituem o currículo escolar, sendo também considerado um instrumento para a "prática" da escrita em Matemática), e (4) *análise de questões e resoluções de estudantes* (que diz respeito à definição de função e seus vínculos com os conhecimentos matemáticos para o ensino). Destacou-se, dentre outros resultados, que as TAP puderam contribuir para que os professores ampliassem seus conhecimentos profissionais para o ensino de função na educação básica (Ribeiro, Aguiar, & Pazuch, 2018).

⁶ Para conhecer mais sobre o assunto, sugere-se a leitura de Ribeiro (2013).

Com o quinto estudo "*Ensino de polinômios na educação básica: relato de uma experiência de formação continuada de professores*", colocou-se em discussão questões como: *Para que ensinamos polinômios nas escolas? Os conhecimentos dos estudantes e dos professores sobre os polinômios também incluem uma dimensão conceitual, ou se limita mesmo ao procedimental?* Com isso, organizou-se uma proposta de ensino que visasse discutir os polinômios adequadamente na formação dos professores, no sentido de que tais conhecimentos fossem úteis para quando o professor estivesse ensinando na Educação Básica. Com isso em mente, a partir das TAP que foram elaboradas dentro da problemática considerada, pôde-se identificar a urgência de investigações na formação continuada do professor da Educação Básica que considerem a articulação entre aspectos procedimentais e conceituais de temas da matemática da Educação Básica, como é o caso dos polinômios. Além disso, os resultados destacados pareciam contribuir na/com a elaboração de um tipo de *design* para a formação de professores, ou seja, um processo de formação continuada que contemple a necessidade de se trabalhar, com equidade, os diferentes tipos de e domínios do conhecimento profissional docente. Mereceu destaque ainda, dentre os resultados do referido estudo, que as produções dos professores que participaram do processo formativo indicavam a falta de domínio conceitual sobre os polinômios, ficando o trabalho dos professores, basicamente, em nível procedimental. Ao final, concluiu-se ainda sobre a importância de se repensar o currículo da formação de professores de matemática, de modo que seja possível a construção de "domínio conceitual" no conhecimento dos professores, de modo que estes possam ajudar seus alunos a superar uma aprendizagem puramente mecânica (Lautenschlager & Ribeiro, 2017).

Uma vez que o grupo de pesquisa FORMATE investiga os processos de ensino e aprendizagem de matemática em todos os níveis escolares, não poderíamos deixar de trazer para o debate o estudo "*Matemática nos Anos Iniciais e o desenvolvimento do Pensamento Algébrico*". Essa pesquisa desenvolveu-se a partir de intervenções propostas aos professores dos anos iniciais do ensino fundamental, tendo o Pensamento Algébrico por temática central. Discutiui-se nesse âmbito, o papel do pensamento algébrico nos Anos Iniciais, tomando-se por referência a literatura da área com a finalidade que fossem identificados os principais elementos a serem considerados em uma abordagem dessa temática em salas de aula dos primeiros anos de escolaridade. As perspectivas teóricas advindas da literatura foram discutidas com professores dos anos iniciais, em um processo formativo, o qual permitiu o desenvolvimento de tarefas de aprendizagem profissional com o intuito de ilustrar e debater elementos do pensamento algébrico para os primeiros anos da escolaridade (Ferreira, Ribeiro, M., & Ribeiro, A., 2017).

4. Reflexões finais

Os estudos apresentados na seção anterior, desenvolvidos pelos membros do grupo de pesquisa FORMATE, ao longo de 4 anos, possibilitaram-nos obter um panorama longitudinal da álgebra escolar, tanto do ponto de vista do ensino, como do ponto de vista da aprendizagem. As temáticas das diferentes investigações contemplaram diversos conteúdos da álgebra escolar, desde os primeiros anos de escolaridade até o ensino superior. Isso nos

permitiu estabelecer algumas conclusões que, ao serem consideradas em conjunto, levantaram outros questionamentos e, assim, retroalimentam o grupo e as questões de pesquisa que continuamos a investigar.

O estudo diagnóstico desenvolvido no início do projeto "COMEIA" possibilitou ao grupo de investigadores perceber as dissonâncias entre o que se entende por "álgebra e seu ensino", ao serem considerados as avaliações de larga escala (como a Prova Brasil e o ENEM), a visão dos professores do Ensino Superior e a dos professores da Educação Básica. A dissonância se tornava ainda mais visível ao se considerar as compreensões dos estudantes da escola básica. Enquanto para uns, a álgebra é vista como uma linguagem simbólica e "bem estruturada", para outros, a mesma álgebra é um conjunto de símbolos que estão sujeitos a regras e procedimentos que permitem operar com estes. Ao se perceber as diferentes visões identificadas, o grupo decidiu por organizar um Quadro de Referência (Ribeiro, Bezerra, & Silva, 2016) sobre "o que se entende por álgebra e seu ensino", o qual favoreceu a continuidade das pesquisas, a partir daí, encaminhadas sob uma perspectiva intervencionista.

Os estudos posteriores problematizam a álgebra e seu ensino do ponto de vista da formação de professores, em especial no que se refere aos conhecimentos profissionais do professor para o ensinar matemática. Ao se colocar em discussão o conceito de número racional (Bezerra, Elias, & Souza, 2017) em um processo formativo organizado por meio de tarefas de aprendizagem profissional, os professores puderam explicitar seus conhecimentos acerca do conceito de número racional, refletir sobre dificuldades de seus estudantes ao lidarem com os números racionais, debater estratégias para o ensino das operações com esses números, e relacionar os números racionais a outros conteúdos matemáticos, favorecendo assim, uma conexão com a estrutura algébrica corpo. O estudo que contemplou o conceito de função com professores em formação inicial e continuada (Pazuch, Lima, & Albrecht, 2018), pôde identificar que o uso das TAP permitiu aos participantes estabelecer relações com o conceito de função, produzir materiais sobre o conceito de função, além de debater as práticas docentes de outros professores. O estudo que tematizou o ensino de equação (Aguiar, Alves, & Ribeiro, 2017), por meio da elaboração e desenvolvimento de planos de aulas sobre o conceito de equação em escolas de educação básica, complementado pelas posteriores reflexões coletivas entre os professores participantes do processo formativo sobre as aulas ministradas, levou os professores a, por exemplo, perceber que a escolha da turma de estudantes poderia ser repensada para o desenvolvimento da aula, já que o conhecimento prévio dos estudantes sobre o método de resolução, por exemplo, se mostrou um empecilho para alguns no desenvolvimento das tarefas propostas.

Ao se considerar os resultados dos demais estudos apresentados na seção anterior, percebeu-se que, investigar "o" e "com o" professor de matemática da escola básica, sobre os processos de ensino e de aprendizagem da álgebra, é um campo frutífero e que merecia ainda mais atenção por parte de nosso grupo de pesquisa. Com isso foi proposto, em 2018, um novo

projeto de pesquisa⁷, que ampliasse o escopo dos estudos anteriores adentrando na temática da aprendizagem profissional do professor que ensina álgebra nos diferentes níveis de ensino. Esse novo projeto envolve atualmente, estudantes de mestrado e de doutorado, além de pesquisadores de diferentes universidades brasileiras, além de parceria com a Universidade de Lisboa, e tem como proposta *compreender como se constitui e explicar como se desenvolve a aprendizagem profissional do professor de matemática no que tange ao ensino de Álgebra*. Assim, ao se entender a aprendizagem profissional do professor construída na prática da sala de aula e a partir dela, e que essa aprendizagem é mediada por tarefas de aprendizagem profissional (TAP), por interações discursivas entre os participantes e pelo papel e as ações do formador durante um processo de formação, espera-se alcançar, dentre dos resultados do projeto, contribuir para (i) aproximar a matemática escolar e a matemática acadêmica e (ii) favorecer a presença e a interlocução da prática como um componente essencial nos conhecimentos matemáticos e didáticos dos professores.

Referencias y bibliografía

- Alves, K. A., Aguiar, M., & Ribeiro, A. J. (2018). As dimensões do conhecimento do professor que ensina matemática: o *knowledge quartet* como ferramenta de análise da prática docente. *Acta Scientiae*– ULBRA, Canoas, 20, 22-42.
- Aguiar, M., Alves, K. A., & Ribeiro, A. J. (2017). Conhecimento Profissional Docente e o Ensino de Equação: Uma reflexão baseada na prática. In: VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (VIII CIBEM), 2017, Madrid. *Anais VII Congresso Iberoamericano de Educação Matemática*. Madrid: SMPM, 1 – 8.
- Ball, D. L., Ben-Peretz, M., & Cohen, R. B. (2014). Records of practice and the development of collective professional knowledge. *British Journal of Educational Studies*, 62(3), 317-335.
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes & L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Barbosa, Y. O. & Ribeiro, A. J. (2013). Multisignificados de equação: Uma investigação acerca das concepções de professores de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 15, 379-398.
- Bezerra, F. J. B., Elias, H. R., & Souza, D. D. (2017). Conhecimento matemático para o ensino dos números racionais: discussão na/da formação de professores. In: Congresso Iberoamericano de Educação Matemática, 7. Madrid. *Anais VII Congresso Iberoamericano de Educação Matemática*, Madrid.
- Borko, H., Jacobs, J. K., Eiteljor, E., & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24, 417-436.
- Bruce, C. D., Esmonde, I., Ross, J., Dookie, L., & Beatty, R. (2010). The effects of sustained classroom-embedded teacher professional learning on teacher efficacy and related student achievement. *Teaching and Teacher Education*, 26, 1598-1608.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Shaube, L. (2003). Designing experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2016). Design research: An analysis and critique. In L. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 481-503). New York, NY: Routledge.

⁷ Projeto de pesquisa "Aprendizagem profissional do professor de Matemática e o ensino de Álgebra: um estudo envolvendo os contextos da escola básica e da universidade", financiado pela FAPESP (processo 2018/14429-2).

- Cochran-Smith, M. & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24(1), 249-305.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: meaning and perspective in the research process*. London: Sage.
- Cyrino, M. & Oliveira, H. (2011). Pensamento algébrico ao longo do ensino básico em Portugal. *Bolema*, 24(38), 97-126.
- Davis, E. A. & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- Doerr, H. M. (2004). Teachers' knowledge and teaching of algebra. In K Stacey, H. Chick, & M. Kendal (Ed.). *The future of the teaching and learning of algebra: The 12th ICMI Study* (pp. 267-289). Boston, MA: Kluwer,
- Dorigo, M. & Ribeiro, A. J. (2010). Significados de equação: um estudo realizado com alunos do Ensino Médio. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 3, 154-182.
- Elias, H. R., Ribeiro, A. J., & Savioli, A. M. P. D. (2019). Epistemological Matrix of Rational Number: a Look at the Different Meanings of Rational Numbers. *International Journal of Science and Mathematics Education*. DOI: 10.1007/s10763-019-09965-4
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In: Wittrock, M. C. (Org.). *Handbook of research on teaching*. New York, NY: MacMillan, pp. 119-161.
- Ferreira, M. C. N., Ribeiro, C. M., & Ribeiro, A. J. (2017). Conhecimento matemático para ensinar Álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Zetetiké* (on line), 25, 494-511.
- Fiorentini, D., Passos, C. L. B., & Lima, R. C. R. (Org.). (2016). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática: Período 2001 a 2012*. 1. ed. Campinas: FE-Unicamp, v 1, 488p.
- Gellert, U., Hernández, R. B., & Chapman, O. (2013). Research methods in mathematics teacher education. In: Clements, M. A. et al. (Ed.). *Third international handbook of mathematics education*. New York, NY: Springer, 327-360.
- Kaput, J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? In J. J. Kaput, D. W. Carraher & M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5-17). New York, NY: Routledge.
- Klein, F. (2004). *Elementary Mathematics from an advanced standpoint: Arithmetic, algebra, analysis*. Mineola, NY: Dover. (Reimpressão de 1932)
- Lampert, M. (2010). Learning teaching in, from, and for practice: What do we mean? *Journal of Teacher Education*, 61(1-2) 21-34
- Lautenschlager, E. & Ribeiro, A. J. (2017). Formação de professores de matemática e o ensino de polinômios. *Educação Matemática Pesquisa*, 19, 237-263.
- Loucks-Horsley, S. (1997). Teacher change, staff development, and systemic change: Reflections from the eye of the paradigm. In S. N. Friel & G.W. Bright (Eds.), *Reflecting on our work: NSF teacher enhancement in K-6 mathematics* (pp. 133-150). Lanham, MD: University Press of America.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Matos, A. S. & Ponte, J. P. (2009). Exploring functional relationships to foster algebraic thinking in grade 8. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Matematica)*, Itália, Supplemento n.2 al n. 19.
- McCrorry, R., Floden, R., Ferrini-Mundy, J., Reckase, M. D., & Senk, S. L. (2012). Knowledge of algebra for teaching: A framework of knowledge and practices. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(5), 584-615.
- Nemirovsky, R., Dimattia, C., Ribeiro, B., & Lara-Meloy, T. (2005). Talking about teachers episodes. *J Math Teacher Educ*, 8, 363-392.
- Opfer, V. D. & Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376-407.

- Pazuch, V. & Ribeiro, A. J. (2017). Conhecimento profissional de professores de matemática e o conceito de função: uma revisão de literatura. *Educação Matemática Pesquisa*, 19, 465-496.
- Pazuch, V., Lima, C. M., & Albrecht, E. (2018). Conhecimentos mobilizados por professores que ensinam matemática e o conceito de função na educação básica. *Revista Eletrônica de Educação* (São Carlos), 12, 361-379.
- Ponte, J. P. (1999). Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional. In J. Tavares (Eds.). *Investigar e formar em educação: Actas do IV congresso da SPCE* (pp. 59-72), Porto: SPCE.
- Ponte, J. P. (2014). Formação do professor de matemática: perspectivas atuais. In: Ponte, J. P. (Org.). *Práticas profissionais dos professores de matemática*. Lisboa: IE/UL, 343-358.
- Ponte, J. P. & Branco, N. (2013). Pensamento algébrico na formação inicial de professores. *Educar em Revista*, 50, 135-155.
- Ponte, J. P., Carvalho, R., Mata-Pereira, J., & Quaresma, M. (2016). Investigação baseada em design para compreender e melhorar as práticas educativas. *Quadrante*, 25(2), 77-98.
- Ponte, J. P. & Chapman, O. (2008). Preservice mathematics teachers' knowledge and development. In: English, L. D. (Ed.). *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2nd ed. pp. 225-263). New York, NY: Routledge.
- Putnam, R. & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Remillard, J. T. & Geist, K. (2002). Supporting teachers' professional learning by navigating openings in the curriculum. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, p. 7-34.
- Ribeiro, A. J. (2012). Equação e Conhecimento Matemático para o Ensino: relações e potencialidades para a Educação Matemática. *Bolema*, 26(42), 535-557.
- Ribeiro A. J. (2013). Elaborando um perfil conceitual de equação: desdobramentos para o ensino e a aprendizagem de Matemática. *Ciência & Educação*, 19(1), p. 55-71.
- Ribeiro, A. J., Aguiar, M., & Pazuch, V. (2018). O uso de vídeos em um processo formativo sobre o ensino de álgebra. In: Silva, R. S. R. (Org.). *Processos formativos em educação matemática: perspectivas filosóficas e pragmáticas*. Porto Alegre, RS: Fi, 213p.
- Ribeiro, A. J., Bezerra, F. J. B., & Gomes, V. M. S. (Org.). (2017). *Formação de professores que ensinam Matemática e a Álgebra da Educação Básica: um projeto desenvolvido na Universidade Federal do ABC no âmbito do Observatório da Educação*. 1. ed. Campinas/SP: Leitura Crítica, v. 01. 200p.
- Ribeiro, A. J., Bezerra, F. J. B. & Silva, R. L. (2016). Mapeamento de concepções de Álgebra: uma alternativa para compreender seus diversos significados. *Acta Scientiae*, 18(2), 419-434.
- Ribeiro, A. J. & Cury, H. N. (2015). *Álgebra para a formação do professor: explorando os conceitos de equação e de função*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Ribeiro, A. J. & Oliveira, F. A. P. V. S. (2015). Conhecimentos mobilizados por professores ao planejarem aulas sobre equações. *Zetetiké*, 23(44), 311-327.
- Ribeiro, A. J. & Ponte, J. P. (2019). Professional learning opportunities in a practice-based teacher education programme about the concept of function. *Acta Scientiae* (ULBRA), 21, 49-74.
- Ribeiro, A. J. & Ponte, J. P. (2020, no prelo). Um modelo teórico para organizar e compreender oportunidades de aprendizagem do professor para ensinar matemática.
- Smith, M. S. (2001). *Practice-based professional development for teachers of mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Stahnke, R., Schueler, S., & Roesk-Winter, B. (2016). Teachers' perception, interpretation, and decision-making: a systematic review of empirical mathematics education research. *ZDM*, 48(1), 1-27.
- Stephens, M. & Ribeiro, A. J. (2012). Working towards algebra: The importance of relational thinking. *RELIME*, 15, 307-401.
- Wasserman, N. H. (2015). Unpacking teachers' moves in the classroom: navigating micro-and macro-levels of mathematical complexity. *Educational Studies in Mathematics*, 90, 75-93.

- Watson, A. & Mason, J. (2007). Taken-as-shared: A review of common assumptions about mathematical tasks in teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4-6), 205-215.
- Webster-Wright, A. (2009). Reframing professional development through understanding authentic professional learning. *Review of Educational Research*, 79(2), 702-739.