

CONHECIMENTO MATEMÁTICO PARA O ENSINO, FORMAÇÃO DE PROFESSORES E ENSINO DE ÁLGEBRA: UMA ANÁLISE E POSSÍVEIS RELAÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

Felipe Augusto Pereira Vasconcelos Santos e Oliveira, Alessandro Jacques Ribeiro,
Lineia Ruiz Trivilin.

fapvso@bol.com.br, alessandro.ribeiro@ufabc.edu.br, tlineia@yahoo.com.

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC) – Brasil.

Modalidade: Conferencia Breve.

Nível Educativo: Formación y actualización docente.

Tema: IV.2 - Formación y Actualización del Profesorado.

Palavras-Chave: Conhecimento Matemático para o Ensino; Ensino de Álgebra; Formação de Professores.

Pretendemos nesse presente trabalho fazer uma análise e apresentar nossas primeiras reflexões acerca das relações entre o Ensino de Álgebra e o Conhecimento Matemático para o Ensino, buscando possíveis associações e implicações destes à formação docente. O trabalho aqui proposto é parte integrante das dissertações de mestrado de dois dos autores, os quais trabalham em parceria, e inseridos, no projeto de pesquisa do docente orientador. Nossa proposta baseou-se em uma revisão analítica de alguns trabalhos nessas áreas. Utilizando-se do modelo teórico O Conhecimento Matemático para o Ensino (Mathematical Knowledge for Teaching), buscamos identificar nos trabalhos analisados se e como os conhecimentos dos professores se relacionam com o Ensino de Álgebra que eles praticam nas salas de aula. Alguns primeiros resultados apontam para a escassez de pesquisas voltadas aos conhecimentos algébricos e as práxis do professor, como por exemplo, Artigue, Assude, Grugeon & Lenfant (2001), Doerr (2004), bem como para a necessidade de se repensar a formação inicial de professores de matemática, como em Figueiredo (2007).

Introdução

Diferentes pesquisas apontam a necessidade de se pensar acerca dos conhecimentos matemáticos que os professores necessitam para desempenhar – de maneira eficiente – o seu papel de ensinar matemática aos nossos alunos (Ball, Thames & Phelps, 2008; Artigue *et al.*, 2001; Doerr, 2004; Stephens & Ribeiro, 2012; Ribeiro, 2012; entre outras).

Nesse sentido, pretendemos nesse presente trabalho, fazer uma análise e apresentar nossas primeiras reflexões acerca das relações entre o Ensino de Álgebra e o Conhecimento Matemático para o Ensino, buscando possíveis associações e

implicações destes à formação docente. O trabalho aqui proposto é parte integrante das dissertações de mestrado de dois dos autores, os quais trabalham em parceria, e inseridos, no projeto de pesquisa do docente orientador.

A Formação de Professores e o Conhecimento Matemático para o Ensino.

Os estudos sobre os processos de formação de professores que ensinam matemática ampliaram-se nas últimas décadas, tanto em relação à formação inicial como à continuada. Diferentes aportes teóricos vêm sendo desenvolvidos, revelando a complexidade da atuação docente e possibilitando o avanço na compreensão dos desafios em sua formação. Uma questão que tem definido rumos de investigações se refere aos conhecimentos que os professores devem possuir para realizar um bom ensino. Os principais debates em torno da formação de professores e do conhecimento base surgiram na década de 1980 no contexto de reformas educacionais nos Estados Unidos (Borges, 2001).

Dentre os estudos desenvolvidos, Lee Shulman (1986; 1987) optou por pesquisar e consolidar a corrente do *knowledge base* para compreender quais as fontes dos conhecimentos dos professores, como esses conhecimentos são adquiridos e como os “novos” conhecimentos combinam-se com os “velhos” para formar uma base de conhecimentos. Shulman (1986) diferencia três categorias de Conhecimentos que compõem a base de Conhecimento para o Ensino: o Conhecimento Específico do Conteúdo (Subject Knowledge Matter); o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Pedagogical Knowledge Matter) e o Conhecimento Curricular (Curricular Knowledge).

O Conhecimento Específico do Conteúdo refere-se às compreensões dos professores sobre a estrutura da disciplina, como ele entende o conhecimento que será objeto de ensino. Essa compreensão não se restringe apenas a fatos e conceitos relativos à disciplina, mas conhecer a organização dos princípios fundamentais de uma área de conhecimento e os processos de produção da sua área disciplinar. Por outro lado, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo se refere aos modos de formular e apresentar o conteúdo para torná-lo compreensível aos alunos. Shulman (1986) considera o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo um conjunto de formas alternativas de representação que encontram origem tanto na pesquisa como nos saberes da prática docente. O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo vai além do conhecimento da disciplina por si mesma, mas é o Conhecimento da disciplina para o ensino. Está

relacionado à capacidade que o professor tem em transformar o seu Conhecimento do Conteúdo em formas que sejam pedagogicamente eficazes e fazer possíveis adaptações em diferentes situações em função das necessidades de aprendizagem dos alunos. Por fim, a terceira categoria de Shulman (1986), o Conhecimento Curricular, refere-se ao conhecimento do projeto completo dos programas de ensino. Abrange o conjunto de programas elaborados para o ensino, os recursos didáticos que podem ser utilizados, o conhecimento das relações entre esse conteúdo e outros contextos, dentro da mesma disciplina ou não, além da familiaridade com os outros tópicos desse conteúdo que já foram ou serão estudados na mesma disciplina durante os anos anteriores e posteriores.

O referencial teórico de Shulman tem contribuído para uma diversidade de pesquisas em diferentes áreas disciplinares. Em relação aos estudos sobre o Conhecimento Base do professor para ensinar Matemática destacamos os trabalhos dos grupos liderados por Deborah Ball (Ball *et al.*(2005); Ball *et al.*(2008); e Hill *et al.*(2005)). Eles sistematizaram diversos resultados de pesquisas a partir do referencial teórico de Shulman (1986,1987) e desenvolveram a noção do Conhecimento Matemático para o Ensino (Do inglês *Mathematical Knowledge for Teaching - MKT*).

Ball *et al.* (2008) apontam que os dois grandes domínios do conhecimento – Conhecimento do Conteúdo e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo – poderiam ser divididos em três subdomínios cada. O Conhecimento do Conteúdo (Shulman, 1986) poderia ser subdividido em Conhecimento Comum do Conteúdo (Do inglês *Common Content Knowledge– CCK*), Conhecimento Especializado do Conteúdo (Do inglês *Specialized Content Knowledge– SCK*) e Conhecimento Horizontal do Conteúdo (Do inglês *Horizon Content Knowledge– HCK*). Enquanto o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Shulman, 1986) poderia ser subdividido em Conhecimento do Conteúdo e os Estudantes (Do inglês *Knowledge of Content and Students– KCS*), Conhecimento do Conteúdo e o Ensino (Do inglês *Knowledge of Content and Teaching – KCT*) e Conhecimento do Conteúdo e o Currículo (Do inglês *Knowledge of Content and Curriculum– KCC*).

Conhecendo melhor o trabalho do grupo liderado por Deborah Ball, optamos por apresentar os subdomínios que o grupo elaborou, a partir do *Pedagogical Content Knowledge* (PCK). Nas subdivisões eles encontraram o *KCT* que é considerado o conhecimento que o professor utiliza para selecionar uma abordagem de ensino, de

modo a superar certas dificuldades de aprendizagem dos alunos ou a explorar aspectos específicos do conteúdo. Dito de outra forma é o conhecimento que o professor utiliza para decidir a sequência de tarefas/atividades que será proposta aos alunos. Enquanto isso, o *KCS* refere-se à familiaridade do professor em relação aos erros comuns que os alunos cometem e saber por que os alunos os cometem. Este conhecimento está relacionado à necessidade de antecipar as dificuldades/facilidades que os alunos podem ter e quais as motivações para isso, ou seja, um conhecimento ligado às situações em que ocorram interações entre a compreensão matemática e o conhecimento do pensamento matemático dos alunos. Por último, o *KCC* aponta que os professores necessitam ter uma visão completa da diversidade de programas concebidos para o ensino de temas e os tópicos em determinado nível/ano de escolaridade, bem como a variedade de materiais didáticos disponíveis, coincidindo integralmente com o que é apontado em Shulman (1986).

Assim, em síntese, segundo tais autores, os professores precisam conhecer e entender a Matemática de uma maneira diretamente relacionada ao ofício de ensinar. É necessário saber bem os conteúdos que ensinam para ajudar os alunos em suas aprendizagens. Entretanto, isto não é suficiente para ensiná-los. É nesse ponto que se faz necessário um conhecimento matemático para o ensino (Ball *et al.*, 2008).

O Ensino e a Aprendizagem de Álgebra.

Nesses últimos anos têm sido crescentes os números de pesquisas relacionadas ao Ensino e à Aprendizagem de Álgebra, assim como a conscientização para a necessidade de explorarmos e conhecermos melhor essas áreas, devida à importância dessas temáticas na Educação Matemática. Com isso, além da possibilidade de - através dessas pesquisas - compreendermos melhor esses processos de Ensino e Aprendizagem de Álgebra, para podermos buscar soluções para as dificuldades do alunado, buscando uma melhoria nos processos de formação docente.

O trabalho de Artigue *et al.* (2001) refere-se ao desenvolvimento de três projetos de pesquisas que foram desenvolvidas pelos grupos de pesquisas que Artigue participou. Nesse artigo, publicado nos estudos do Comitê Internacional de Instrução Matemática (*International Commission on Mathematical Instruction Study*), ela também propõe a discutir questões envolvendo o desenvolvimento profissional dos professores em álgebra, o que nos interessa discutir nesse nosso artigo. Nesse sentido, foram

pesquisados professores em formação inicial (licenciandos) que desenvolveram atividades em álgebra em seu primeiro ano de experiência no ambiente escolar. Foram evidenciadas, nesse ambiente, dificuldades de aprendizado as quais não são facilmente perceptíveis quando esses licenciandos são preparados com foco apenas nos modos do pensamento algébrico e técnicas algébricas (Artigue *et al.*, 2001). Isto é, se pensarmos na ideia do Conhecimento Comum e Especializado do Conteúdo desenvolvido no quadro teórico proposto por Ball *et al.* (2008), isso corrobora a ideia de que apenas esses conhecimentos não são suficientes para a prática docente, uma vez que os demais conhecimentos também se tornam importantes, inclusive para serem debatidos no ambiente de formação inicial. Essa questão também é evidenciada em Doerr (2004) “...o conhecimento necessário para o ensino inclui muito mais que o conhecimento e compreensão dos conceitos matemáticos”.

Artigue *et al.* (2001) conjecturam que esses licenciandos têm um olhar simplificado dos conhecimentos algébricos, sem explorar a complexidade e as possibilidades dos seus usos, com seus alunos, sendo que os licenciandos “tendem reduzir a álgebra para estruturas algébricas e teorias que eles têm aprendido na universidade.”, além de que, quando estão em seus ofícios, a álgebra é vista apenas como “uma ferramenta para resolução de problemas que podem ser modelados em termos de equações e que, como professores, eles tendem dar uma grande ênfase no trabalho das técnicas algébricas” para resolver essas equações (Artigue *et al.*, 2001). Assim, os licenciandos se utilizam de uma prática voltada ao ensino procedimental.

Logo, concordamos com Fiorentini (2004) no sentido de ser importante que a formação inicial dos futuros professores seja capaz de buscar questionamentos para que a visão simples dos processos de ensino e aprendizagem passe a um grau mais complexo que leve em consideração todas as dificuldades que existem nesses processos. Além disto, acreditamos que seja extremamente importante transferir o foco da aula para os alunos, buscando mobilizar os demais conhecimentos com questões que sejam possíveis refletir sobre o processo de Ensino e de Aprendizagem. Essas questões, por exemplo, poderiam ser: *Quais os erros comuns que os estudantes cometem quando estão estudando temas na Álgebra? Qual a natureza desses erros? Como os alunos compreendem o sinal “=”?* Entre outros questionamentos. As dissertações de dois dos autores buscam, principalmente, compreender: (i) Quais os conhecimentos algébricos que os professores mobilizam quando estão preparando suas aulas sobre equações na Educação Básica e

(ii) Quais os diferentes significados do sinal de igualdade que professores dos anos iniciais apresentam para ensinar números e operações.

Corroborando a ideia da necessidade de buscar significados nas manipulações algébricas, inclusive num ambiente escolar voltado aos estudantes, Doerr (2004) afirma que: “as pesquisas voltadas ao aprendizado das crianças demonstram uma ineficácia na aprendizagem de álgebra como procedimentos que são desprovidos de significados e propósito”. Além disso, a autora alerta para a necessidade de alterar esse fato no ambiente escolar, pois segundo Doerr (2004): “muito que se tem feito nas escolas, em relação à álgebra, é ainda pensado com tais procedimentos desconectados”.

Outro importante ponto que emerge no trabalho de Doerr (2004) é o fato de que muitas pesquisas relacionadas à aprendizagem de Álgebra não têm focado nos professores e na natureza dos seus conhecimentos e práticas escolares, mas sim na: “natureza algébrica das questões matemáticas, no desenvolvimento das ideias pelos aprendizes e, em alguns casos, na influência da tecnologia”, o que dificulta a consciência e possibilidade para a necessidade de expandir os tipos de conhecimentos desses professores em formação, superando apenas os conhecimentos do conteúdo, possibilitando um diálogo com os demais tipos de conhecimento, podendo inclusive propiciar um alteração no foco dessas aulas, versando mais atenções aos estudantes.

O trabalho de Figueiredo (2007) focou-se na investigação de quais saberes e conhecimentos são mobilizados, referentes à Educação Algébrica, por sujeitos que estão envolvidos no curso de formação inicial de professores em Matemática, isto é, na Licenciatura em Matemática. Foram estudados oito licenciandos dos dois primeiros anos universitários, além de quatro docentes, desse curso de licenciatura em Matemática, de uma Universidade no Estado de São Paulo, no Brasil. Esses estudos se deram a partir da análise de materiais documentais (Plano de aulas, conteúdos programáticos, avaliações, caderno dos alunos, entre outros de duas disciplinas que envolvem conteúdos algébricos voltados à educação básica, a saber: Fundamentos da Matemática e Matemática Elementar), observação participante, além de entrevistas. A autora conjectura que, a partir do trabalho de Brown *et al.* (1988), alguns estudantes das escolas secundárias estadunidenses compreendem a Álgebra apenas como a memorização de regras e procedimentos, uma vez que esses estudantes não conseguem aplicar os conhecimentos algébricos e geométricos básicos que possuem na resolução de

situações-problemas propostos em avaliações. A autora destaca a fala de um dos licenciandos o qual - motivado a partir das reflexões que a pesquisa proporcionou – sente a necessidade de uma formação mais crítica que aborda problemáticas que promovam reflexões entre a prática e a teoria e vice-versa: “Por que os nossos professores não conversam sobre isso? Será que nós alunos ou os professores vão ter que fazer doutorado, para saber disso?” (Figueiredo, 2007, p. 257). Assim, evidenciando a necessidade de modificações no cenário da formação inicial desses futuros professores. Uma vez que segundo a autora, e pautada em outras pesquisas, as dificuldades nos quesitos algébricos são provenientes aos ciclos iniciais da educação básica, permanecendo até o Ensino Superior, trazendo reflexos para as práticas docentes desses licenciandos.

Conclusões

Considerando as discussões apresentadas anteriormente, deixamos algumas reflexões que apontamos como relevantes de serem agendadas, no intuito de se dar continuidade às pesquisas que temos desenvolvido. Entendemos que (1) professores precisam saber/conhecer os conteúdos específicos dos conceitos que ensinam, por uma simples razão: professores que não conhecem suficientemente bem um conceito, certamente, terão dificuldades no/com o conhecimento matemático necessário para ajudar seus estudantes a aprendê-lo; mas (2) conhecer bem um assunto não é suficiente para ensiná-lo e, com isso, acreditamos que cursos de formação de professores não devem focar somente nos ganhos de aprendizagem matemática destes professores. Na verdade, mais que isto, entendemos que tais cursos devem preparar os professores para que eles conheçam e sejam capazes de usar a matemática que é necessária no trabalho de ensinar.

Por fim, temos certeza que, há muito ainda o que investigar para que consigamos compreender as relações entre os conhecimentos matemáticos dos professores e como tais professores “transformam” tais conhecimentos para o ensino de álgebra nas escolas da educação básica. Sem dúvida, como aponta nossa colega Helen Doerr (2004) há uma urgência por estudos e por teorias que possam identificar, compreender e explicar o conhecimento do professor e o ensino de álgebra.

Referências

- Artigue, M., Assude, T., Grugeon, B. & Lenfant, A. (2001). Teaching and learning algebra: approaching complexity through complementary perspectives. *The future of teaching and learning of algebra (Proceedings of the 12th ICMI Study Conference)*. (pp.21-32). Melbourne: The University of Melbourne.
- Ball, D. L., Hill, H. C & Bass, H. (2005). Knowing Mathematics for Teaching: Who knows Mathematics Well Enough to Teach Third Grade, and How Can We Decide? *American Educator*, Fall 2005, pp. 14-46.
- Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, Volume 59, 389-407. doi: 10.1177/0022487108324554.
- Borges, C. (2001). Saberes Docentes: Diferentes Tipologias e Classificações de um Campo de Pesquisa. *Revista Educação & Sociedade*, ano XXII, nº 74, pp. 59-76.
- Doerr, H. M. (2004). Teacher's Knowledge and Teaching of Algebra. Stacey, K., Chick. H., Kendal, M. (Eds.) *The future of the teaching and learning of algebra: The 12th ICMI Study*. (pp. 267-289) New York: Kluwer Academic Publishers.
- Figueiredo, A. (2007). *Saberes e Concepções de Educação Algébrica em um Curso de Licenciatura em Matemática do Departamento de educação matemática*. (Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). Recuperado de http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/auriluci_carvalho_figueiredo.pdf
- Fiorentini, D. (2004). *A formação matemática e didático-pedagógica nas disciplinas da licenciatura em matemática*. Mesa redonda do Encontro Paulista em Educação Matemática, São Paulo.
- Hill, H. C., Rowan, B. & Ball, D. L (2005). Effects of teachers' mathematics knowledge for teaching on student achievement. *American Education Research Journal*, Volume 42, pp. 371-406.
- Ribeiro, A. J. (2012). Equação e Conhecimento Matemático para o Ensino: relações e potencialidades para a Educação Matemática. *Bolema, Rio Claro (SP)*, Volume 26 (42B), pp. 535-557.
- Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*. Volume 15, pp. 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*. Volume 57, pp. 1-22.
- Stephens, M. & Ribeiro, A. J. (2012). Working Towards Algebra: the importance of relational thinking. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* Volume 15 (3), pp. 373-402.