

Formação de professores de matemática e o ensino de polinômios

Mathematics teacher education and teaching of polynomials

ETIENNE LAUTESCHLAGER¹ALESSANDRO JACQUES RIBEIRO²

Resumo

O presente artigo tem por objetivo investigar o conhecimento matemático de professores para o ensino de polinômios na Educação Básica. Escolheu-se o conceito de polinômio devido à sua importância dentro do conhecimento matemático e à sua pouca exploração em pesquisas que abordam do ensino e da aprendizagem de conteúdos algébricos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa interpretativa, a qual se utilizou de sequências didáticas elaboradas pelos professores em suas análises, as quais foram realizadas à luz do trabalho de Ball e colaboradores. As conclusões de nossa investigação apontam que as sequências didáticas destinadas ao ensino dos polinômios elaboradas pelos professores contemplam aspectos de um conhecimento matemático para o ensino puramente relacionado a aspectos procedimentais e, muitas vezes, desprovido de significados. Alerta-se para a urgência da formação continuada, com foco não somente nos conhecimentos pedagógicos, mas também nos conhecimentos específicos matemáticos.

Palavras-chave: formação de professores de matemática; ensino de polinômios; conhecimento matemático para o ensino.

Abstract

This article aims to investigate the mathematical knowledge of teachers for the teaching of polynomials in Basic Education. The concept of polynomial was chosen due to its importance within the mathematical knowledge and to its little exploration in research that deals with the teaching and learning of algebraic contents. It is a qualitative interpretive research, which used didactic sequences elaborated by the teachers in their analyzes, which are realized under Ball and colleagues' work. The conclusions of our investigation indicate that the didactic sequences destined to the teaching of the polynomials, elaborated by the teachers, contemplate aspects of a mathematical knowledge for the teaching purely related to procedural aspects and, often, devoid of meanings. It is alerted to the urgency of continuing education, focusing not only on pedagogical knowledge but also on specific mathematical knowledge.

Key words: Mathematics teacher education, Teaching of Polynomials, Mathematical knowledge for teaching

¹ Doutora em Neurociência e Cognição. Professora da Secretaria Municipal de Educação do Município de São Paulo (SME/SP) - elautens@yahoo.com.br

² Doutor em Educação Matemática. Professor do Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC) da Universidade Federal do ABC (UFABC) - alessandro.ribeiro@ufabc.edu.br

Introdução

Este trabalho é parte integrante da tese³ de doutoramento da primeira autora do presente artigo, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição e vinculada a um projeto mais amplo⁴, também desenvolvido na Universidade Federal do ABC (UFABC), no estado de SP, coordenado pelo segundo autor e financiado pelo Programa Observatório da Educação (Obeduc) e pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (Capes). A referida tese buscou investigar se e como o conceito de polinômio é (re)construído por professores de Matemática que atuam na Educação Básica.

Apresentado o contexto no qual a pesquisa de doutorado foi desenvolvida, situamos nossa intenção de, neste artigo, discutir e analisar parte dos resultados referentes ao conhecimento de base dos professores de Matemática (BALL; THAMES; PHELPS, 2008), tendo como foco o ensino da Álgebra e, mais especificamente o ensino dos polinômios.

Nossa problemática foi construída tomando por base pesquisas fundamentadas nos trabalhos de Shulman (1986) e de Ball, Thames e Phelps (2008), no que se refere aos conhecimentos profissionais docentes e, por outro lado, considerando a revisão de trabalhos que discutem o ensino e a aprendizagem de Álgebra, mais especificamente no que se refere ao tema polinômios na Educação Básica.

Observamos que, nos últimos 20 anos, parece ter havido, no currículo da escola da Educação Básica, uma nítida redução na ênfase aos tópicos relacionados a este tema – o ensino de polinômios (EISENBERG; DREYFUS, 1995). Trata-se de um fato preocupante, tendo em vista que as macroavaliações⁵ apontam que a maioria dos alunos apresenta grande dificuldade em entender não apenas os conceitos, as definições, os

³ A tese tem como título “*Conhecimento Matemático para o Ensino de Polinômios na Educação Básica*” e foi desenvolvida no formato *multipaper*, tendo em sua composição outros dois artigos (LAUTENSCHLAGER; RIBEIRO; ZANA, 2017; LAUTENSCHLAGER, 2017) que contemplam outros objetivos específicos da referida pesquisa.

⁴ Projeto de pesquisa “Conhecimento Matemático para o Ensino de Álgebra: uma abordagem baseada em perfis conceituais” (Disponível em <http://propes.ufabc.edu.br/projetos-cadastrados>. Acesso em 15 mai. 2017).

⁵ SARESP: Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo, cujo objetivo é produzir um diagnóstico da situação da escolaridade básica paulista, visando orientar os gestores do ensino no monitoramento das políticas voltadas para a melhoria da qualidade educacional (Disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/saresp>. Acesso em: 19 dez. 2016).

teoremas, as aplicações envolvendo polinômios, mas também o processo de fatoração e sua relação com as raízes de polinômios.

O ensino de polinômios, assim como o de outros conceitos matemáticos, exige professores capazes de: selecionar os conteúdos de acordo com os diferentes níveis escolares; fazer analogias, ilustrações; dar exemplos e explicações; saber resolver exercícios e problemas; saber utilizar notações e termos corretamente; identificar definições incorretas, assim como respostas incorretas dos exercícios.

Tudo isso nos faz refletir sobre a importância de os professores não trabalharem exaustivamente a memorização de procedimentos ou de fórmulas e de dar ênfase ao desenvolvimento de conceitos matemáticos construídos com suporte na contextualização, na compreensão e no significado, ampliando o modo como, em geral, ele é trabalhado nas escolas.

Considerando os estudos de Shulman (1986) e de Ball, Thames e Phelps (2008), entre outros, ratificamos nossa compreensão de que o conhecimento dos professores deve ser diferente em profundidade e amplitude em relação ao conhecimento de outros profissionais que lidam com a Matemática. Precisa ser um tipo de conhecimento que seja ancorado numa matemática específica para o ensino, a qual é diferente daquela se espera de outros profissionais. Professores de matemática necessitam ter um “conhecimento adicional de matemática”, isto é, um conhecimento multifacetado e que lhe possibilite ensinar Matemática de forma a favorecer a aprendizagem de seus estudantes.

A delimitação do tema de nossa pesquisa situa-se em torno da confluência do ensino dos polinômios e da região de inquérito da formação de professores, numa lacuna ratificada pela emergência de desenvolver pesquisas que tenham a preocupação de investigar os conhecimentos do professor de matemática que ensina Álgebra (DOERR, 2004).

O artigo inicia-se pela discussão da literatura acerca dos conhecimentos profissionais docentes, segundo a perspectiva teórica de Ball e colaboradores. Em seguida apresenta considerações sobre os processos de ensino e aprendizagem de Álgebra, com foco no ensino de polinômios, expondo resultados de pesquisa que contribuíram para a constituição da problemática do artigo. Explora-se os métodos e os procedimentos metodológicos da pesquisa e apresenta, nas últimas seções do texto, a análise e a discussão dos dados, finalizando com conclusões e considerações finais do estudo, apontando desdobramentos e implicações da pesquisa.

Formação de professores e conhecimento matemático para o ensino de matemática

Nesta seção discutimos a formação de professores de matemática, pois é de suma importância, diante das demandas aos professores da Educação Básica, conhecer e compreender os domínios dos conhecimentos necessários para ensinar matemática (BALL; THAMES; PHELPS, 2008) e situar-nos no contexto em que os professores estão sendo/são formados.

Iniciamos nossa discussão com a pesquisa de Chazan e Yerushalmy (2003), os quais observam que os professores possuem um tipo de conhecimento que influencia o modo como estes atuam com seus estudantes e como se os envolvem no estudo da matemática. Quando os professores possuem esse tipo de conhecimento apontado pelos autores, as intervenções realizadas em sala de aula levam a uma maior realização dos estudantes; porém, aqueles professores que não o possuem não serão capazes de ensinar de uma maneira eficaz. Nesse estudo, os pesquisadores percebem que há um “tipo especial de conhecimento” relacionado ao ofício docente. Contudo, é para este ponto que queremos chamar a atenção: os autores, em sua pesquisa, não se aprofundam sobre o assunto, como fazem outros estudiosos que veremos a seguir.

Já na pesquisa de Ball (2003), a qual corrobora as observações realizadas por Chazan e Yerushalmy (2003), podemos constatar um refinamento de tais reflexões, uma vez que a autora também afirma que a qualidade do ensino de matemática depende do conhecimento dos professores sobre o assunto a ser ensinado, além de reconhecer que o conhecimento necessário para o ensino é diferente daquele necessário para outras ocupações ou profissões em que a matemática é utilizada (por exemplo, física, carpintaria, alfaiataria etc.). Ball chama-nos a atenção para o fato de que a aprendizagem da matemática que muitos professores norte-americanos receberam, tanto como alunos da escola básica como nos programas de preparação de professores, não lhes forneceu oportunidades suficientes para aprender matemática⁶.

As oportunidades de aprendizado dos professores devem favorecer que eles ampliem e aprofundem seu conhecimento matemático e sua habilidade que lhes permitirá ensinar matemática efetivamente. Assim, conhecer suficientemente a matemática para o ensino

⁶ Retomaremos a discussão posteriormente neste artigo, mas recomendamos a leitura de LAUTENSCHLAGER, RIBEIRO, ZANA (2017, no prelo), que aprofunda a temática.

requer poder “desempacotar ideias” e torná-las acessíveis à medida que são encontradas pela primeira vez pelo aluno, não em sua forma pronta e acabada (BALL, 2003).

Nessa direção, trazemos o trabalho de Shulman (1986, 1987), no qual o pesquisador apresenta, em sua visão, o que seria esse conhecimento inerente ao docente, dividindo-o nas seguintes categorias: conhecimento específico de conteúdo; conhecimento pedagógico geral; conhecimento do currículo; conhecimento pedagógico do conteúdo; conhecimento dos alunos e de suas características; conhecimentos dos contextos educacionais; conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais.

Nosso foco não é aprofundar a discussão acerca do conhecimento de base e das ideias de Shulman, as quais já foram exaustivamente exploradas em diferentes pesquisas da área. Mas pretendemos, sim, subsidiar os fundamentos teóricos que sustentam a análise dos dados de nossa investigação. Assim sendo, passamos a apresentar o trabalho de Deborah Ball e colaboradores.

Outro ponto a esclarecer, no que tange à nossa escolha teórica em torno dos trabalhos de Ball e colaboradores, é que tal referencial é específico para a Educação Matemática, diferentemente do trabalho de Shulman. Ball, Thames e Phelps (2008) se envolveram em um programa de pesquisa focado em entender e em mensurar o conhecimento matemático dos professores para o ensino.

Partindo da pesquisa realizada por Shulman (1986), que apresenta e discute a base de conhecimento para o ensino, Ball, Thames e Phelps (2008, p. 396) propõem o Conhecimento Matemático para o Ensino (*Mathematical Knowledge for Teaching – MKT*), pois entendem que o termo “conhecimento pedagógico do conteúdo” (SHULMAN, 1986) sugere a necessidade de um “conhecimento do conteúdo que é exclusivo para o ensino”, mas discordam da generalidade e da falta de profundidade que é dada, àquela época, ao termo cunhado por Shulman.

Ball, Thames e Phelps (2008) apresentam, então, uma ampliação em nível de detalhamento das categorias definidas por Shulman, definido os domínios do MKT, da seguinte maneira: conhecimento comum do conteúdo (CCK⁷); conhecimento especializado do conteúdo (SCK); conhecimento do conteúdo e dos estudantes (KCS);

⁷ Utilizaremos as siglas CCK em referência ao original Common Content Knowledge; SCK para Specialized Content Knowledge; KCS para original Knowledge of Content and Students; KCT para Knowledge of Content and Teaching; KCC para Knowledge of Content and Curriculum; e HCK para Horizon Content Knowledge.

conhecimento do conteúdo e do ensino (KCT); conhecimento do conteúdo e do currículo (KCC); e conhecimento do conteúdo no horizonte (HCK).

O conhecimento comum do conteúdo é o conhecimento matemático de temas e conceitos geralmente abordados no currículo escolar. Não é um tipo de conhecimento exclusivo do professor de matemática. Os autores citam como exemplos: saber o que é um número primo, ser capaz de multiplicar frações, converter frações para decimais, entre outros. Por outro lado, o conhecimento especializado do conteúdo é o conhecimento de matemática necessário especificamente para o trabalho de ensinar e permite ao professor exemplificar, usar representações, estabelecer relações entre temas e assuntos de diferentes épocas, adaptar currículos e suas escolhas matemáticas, entre outros. Reconhecer os erros comuns e saber por que diversos alunos os cometem é um exemplo do que os autores entendem por conhecimento do conteúdo e dos estudantes. Esse conhecimento possibilita ao professor antecipar as respostas, as ações dos alunos, as possíveis dificuldades para os avanços na aula de Matemática. Outro domínio é o conhecimento de conteúdo e do ensino, que possibilita que o professor elabore atividades matemáticas para o ensino de um conceito, escolha os melhores exemplos, faça certas analogias, etc. Conhecer as propostas curriculares da sua realidade para tomar decisões inerentes à aula faz parte do conhecimento do conteúdo e do currículo, enquanto conhecer e saber situar um conceito ao longo do currículo da matemática nos diferentes momentos de escolarização são características do conhecimento do conteúdo no horizonte.

Entendemos ser importante situar se a formação de professores no Brasil, por exemplo, toma tais pressupostos em sua gênese e como isso se dá. Assim, passamos a dissertar sobre os cursos que formam professores de Matemática no Brasil e suas peculiaridades. No Brasil, os cursos de Licenciatura em Matemática têm como objetivo principal a formação de professores desta disciplina para a Educação Básica. No entanto, uma das questões recorrentes nos debates sobre a formação de professores de matemática é a desarticulação entre o ensino das disciplinas que compõem os currículos, tendo em vista a futura prática profissional na Educação Básica (MOREIRA; DAVID, 2005).

Os cursos de Licenciatura em Matemática das universidades brasileiras, de maneira geral, estão organizados no modelo tradicional de formação de professores, isto é, de um lado estão as disciplinas de formação específica em Matemática e, de outro, desenvolvidas sem nenhuma conexão com esse primeiro grupo, estão as disciplinas de formação geral e pedagógica (PIRES, 2000). Percebemos ainda, que a preocupação central da formação

nas licenciaturas é com o domínio do conteúdo específico de sua área de atuação, acoplado a um conjunto de técnicas e procedimentos didáticos (MAYER; CURY, 2008). No entanto, o aprofundamento da formação em matemática, por si só, destituído do objetivo de estabelecer interações e conexões com outros componentes de saber da profissão docente, tem sido visto como insuficiente, e até mesmo inócuo, em termos de uma preparação adequada do professor para atuar em um espaço tão complexo como a sala de aula de matemática da Escola Básica (FERREIRA, 2014).

Ainda em relação aos cursos de Licenciatura em Matemática, Gatti et al. (2010), analisaram 631 cursos, dos quais 53,4% deles estão nas instituições públicas e, 46,6%, na rede privada. Ao analisarem as grades curriculares desses cursos, as pesquisadoras observaram que elas possuem a maioria das disciplinas obrigatórias oferecidas pelas Instituições de Ensino Superior concentradas em duas categorias: “Conhecimentos específicos da área” e “Conhecimentos específicos para a docência”, que abarcam, respectivamente, 32,1% e 30% do conteúdo do curso. Contudo, as pesquisadoras nos chamam a atenção para o fato de que, embora o número de disciplinas relativas a conhecimentos específicos da área e conhecimentos específicos para a docência se equilibrem, há maior proporção de horas/aula dedicadas ao primeiro conjunto, com menor proporção em número de horas para o trabalho com o segundo grupo.

Outra observação realizada pelo grupo, e que consideramos relevante em nossa problemática, é o fato de não se perceber um projeto pedagógico que, intencionalmente, ligue ou busque conectar aspectos de formação para a docência entre si e em relação à formação disciplinar.

Moreira (2004), por exemplo, ao analisar o processo de formação matemática do licenciando em Matemática na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), observou que o conhecimento matemático na licenciatura é trabalhado a partir dos valores da matemática produzida pelos matemáticos profissionais, ignorando-se questões importantes da prática escolar.

Corroborando as ideias anteriormente expostas, Cyrino (2006) declara que a formação dos professores de matemática ainda se encontra muito centrada no modelo da racionalidade técnica, em que a atividade profissional é algo instrumental, dirigido para a solução de problemas mediante a aplicação rigorosa de teorias e técnicas científicas em que o futuro professor não consegue conceber relação entre os conhecimentos oriundos das ciências acadêmicas e o conhecimento escolar. Segundo a autora, isso parece ocorrer porque tais conhecimentos (científicos, pedagógicos e práticos) não são discutidos

conjuntamente, mas, sim, vistos de forma fragmentada e, muitas vezes, sem relação entre si.

Para alcançar um perfil de professor de matemática que rompa com modos já fortemente estabelecidos, é necessário que a formação do professor de matemática esteja pautada na articulação entre teoria e prática, entre saber específico vinculado a saber pedagógico (CYRINO, 2006; D'AMBROSIO, 1996; PONTE, 1992).

Assim sendo, defendemos a urgência e a importância de as disciplinas específicas de conteúdos matemáticos, nos cursos de Licenciatura em Matemática, incluírem em suas discussões aspectos dos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática na Educação Básica.

Dando prosseguimento, passaremos a discutir o ensino de Álgebra na Educação Básica, com enfoque no ensino dos polinômios, tendo em vista que o olhar de nossa pesquisa se volta para esse importante tema matemático.

O ensino e a aprendizagem do conceito de polinômio na Educação Básica

Por muito tempo o ensino da matemática ocorrido no Brasil nas décadas de 1960 e 1970, devido a uma tendência posta pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM), centrou-se numa abordagem estrutural, isto é, acreditava-se que a combinação da formulação de definições matemáticas e deduções feitas com precisão era perfeita para um ensino de matemática com qualidade. Contudo, com o avanço das pesquisas em Educação Matemática, constatou-se que o ensino de matemática depende de vários (outros) fatores, tornando, pois, o trabalho docente bastante complexo (WIELEWSKI, 2008).

No caso específico da Álgebra, a literatura aponta que seu ensino e aprendizagem parecem superficiais e procedimentais (ATTORPS, 2003; RIBEIRO, 2001; RIBEIRO; OLIVEIRA; 2015). Além dos resultados indicados nas pesquisas, observamos, a partir dos resultados apontados nos relatórios do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP, 2014), que a maioria dos alunos apresenta grande dificuldade em entender os conceitos, as definições, os teoremas e as aplicações envolvendo os polinômios. É nesse contexto que encontramos o ensino do conceito de polinômios.

Dede e Soybas (2009) realizaram um estudo com 71 professores em formação inicial na Turquia. Dentre os resultados, os autores relatam que, no novo currículo matemático da Turquia, o ensino dos polinômios ocorre no primeiro ano do ensino médio, após as disciplinas que tratam sobre números e funções. Constataram ainda que na Turquia, assim como aqui no Brasil, o ensino do conceito de polinômio nas escolas está centrado principalmente no conhecimento procedural. Assim sendo, ainda com base nos resultados de Dede e Soybas (2009), a relação entre o conceito de polinômios e outros conceitos matemáticos, como funções e equações, parece ser limitada. Esse cenário também foi observado nos livros de matemática analisados pelos pesquisadores.

Por fim, eles indicam em seu estudo que a “imagem conceitual⁸” que os professores em formação inicial possuem acerca do conceito de polinômios acaba por reforçar a situação apresentada. Foi observada ainda a quase inexistência da definição formal de polinômios nas imagens conceituais dos professores pesquisados. Um ponto que nos chamou a atenção, pois também identificamos tal situação em nossa pesquisa, foi a compreensão de polinômios como expressões “... com um valor desconhecido e com coeficientes reais” (DEDE; SOYBAS, 2009, p. 395), o que soa como se polinômios só pudessem ter uma única incógnita e, portanto, as expressões com mais de uma incógnita não seriam consideradas como polinômios. Entretanto, apesar da compreensão muitas vezes equivocada do que se entende por polinômios e da ênfase dada ao procedimental, de acordo com Eysenck e Dreyfus (1995), é possível aprender muitos aspectos do pensamento matemático por meio do estudo dos polinômios e, por isso, os pesquisadores defendem a importância e a permanência desse conteúdo no currículo escolar.

No Brasil, o início do ensino de polinômios ocorre nos anos finais do Ensino Fundamental, quando também começa a sistematização do pensamento algébrico e são ministrados os conteúdos: expressões algébricas, equação polinomial do 1.º grau, sistemas de inequação, polinômios, produtos notáveis, fatoração, função, entre outros.

A pesquisa realizada por Ibrahim (2015) considera “os polinômios” como um importante conceito trabalhado nos anos finais do Ensino Fundamental nas escolas brasileiras, no campo da Álgebra. A pesquisadora, ao analisar um plano de aula de uma professora de matemática que atuava na 8.ª série (9.º ano), em uma escola pública do estado de Minas

⁸ Segundo Tall e Vinner (1981), o termo “imagem conceitual” descreve: “... a estrutura cognitiva total que está associada ao conceito, incluindo todas as imagens mentais, propriedades e processos associados. Ela é construída ao longo dos anos através de experiências de todos os tipos, mudando à medida que o indivíduo encontra novos estímulos e amadurece”.

Gerais, percebeu a presença de um estudo algébrico voltado principalmente para a resolução das atividades sugeridas pelo livro didático, além de algumas propostas elaboradas pela própria professora, com ênfase na operação técnica dos polinômios.

Ibrahim (2015) aponta, assim como outros autores, que o livro didático é uma ferramenta decisiva das ações docentes e, muitas vezes, é a única diretriz para o professor. Dentre os resultados por ela detectados, está o fato de o estudo das operações com polinômios enfatizar a representação das medidas dos lados de figuras geométricas planas e espaciais, de áreas e de volumes, o que determina a ocorrência de expressões algébricas com duas variáveis independentes. Além disso, a autora comunica-nos o emprego exagerado de atividades sobre cálculo numérico e algébrico, com ênfase na apresentação de regras e procedimentos algébricos, corroborando resultados de outros estudos já indicados em nossa pesquisa.

Koerich (2000), por sua vez, apresenta uma avaliação crítica do estudo de Álgebra – mais especificamente, sobre a linguagem algébrica e os polinômios – em seis coleções de livros de matemática do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Nos resultados a autora detectou que a maioria dessas coleções analisadas⁹ aborda, no volume da 7.^a série/8.^o ano, as Expressões Algébricas e os Polinômios. Constatou também que, no Ensino Fundamental “é grande a preocupação em explicar bem a passagem da linguagem numérica para a linguagem algébrica; resolve-se bastante exercícios do tipo situações-problema com aplicações do cotidiano e de assuntos da Geometria” (KOERICH, 2000, p. 72).

Tal análise deixa clara a importância de questionar e desafiar esse modelo de formação docente e de buscar romper com essa proposta, em especial, no contexto da Licenciatura em Matemática, em que não há conexão entre o conteúdo matemático e seu ensino. Julgamos ter evidências suficientes da necessidade de (re)pensar a formação do professor de matemática e de romper com o dualismo entre formação em conteúdos matemáticos e em “pedagogia” da matemática. É emergente e urgente fomentar a discussão sobre uma formação – inicial e continuada – docente que promova um movimento de reflexão pelo qual o (futuro) professor constrói e reconstrói conhecimentos que, articulados com sua prática cotidiana, gerarão saberes e novos conhecimentos que o nortearão em sua tarefa primordial de forma adequada e significativa (ALBUQUERQUE; GONTIJO, 2013).

⁹ Exemplos de alguns livros analisados: *Matemática*, de Luiz Márcio Imenes e Marcelo Lellis; *Matemática e vida*, de José Luiz Tavares Laureano, Olímpio Rudinin Vissoto Leite e Vincenzo Bongiovanni; *Matemática atual*, de Antonio José Lopes Bigode.

Metodologia: procedimentos e métodos

Considerando a proposta de nossa pesquisa de investigar o conhecimento matemático de professores para o ensino de polinômios na Educação Básica, tomamos por abordagem metodológica princípios da pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; GARNICA, 2004), numa perspectiva teórica interpretativa (CROTTY, 1998). Para tal, analisamos dados produzidos em um processo de formação continuada de professores de matemática¹⁰. Consideramos em nossa investigação os dados produzidos por dez professores licenciados em matemática que atuam/atutam nos ensinos Fundamental e/ou Médio. Os dados referentes aos participantes são apresentados na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Perfil dos participantes da pesquisa

Identificação dos Professores	Idade	Sexo	Ano de conclusão da licenciatura	Pós-Graduação
A	39	M	2002	Mestrado
B	30	M	2015	NÃO
C	29	F	2011	Mestrado
D	29	M	2011	<i>Lato Sensu</i>
E	45	M	2012	<i>Lato Sensu</i>
F	42	M	2003	<i>Lato Sensu</i>
G	38	M	2015	<i>Lato Sensu</i>
H	31	M	2011	NÃO
I	51	F	1987	NÃO
J	37	M	2001	Mestrado

Fonte: elaborado pelos autores

A proposta de trabalho que subsidiou a coleta de dados analisados em nossa pesquisa ocorreu da seguinte maneira: foi solicitado aos professores, no primeiro encontro do curso, que, com base no roteiro indicado na Tabela 2, elaborassem uma sequência didática¹¹ com o objetivo de ensinar polinômios para um grupo de alunos da Educação Básica. A partir daí, a formação proporcionada aos professores participantes contou com oito encontros que discutiram temas como: construção lógico-formal dos números

¹⁰ Este processo de desenvolvimento profissional foi conduzido pelos integrantes do Obeduc e teve a carga horária de 180 horas, distribuídas em 2 módulos de 90 horas cada, contando com a participação inicial de 44 professores. Foram discutidos no primeiro módulo os seguintes conteúdos: grupos colaborativos, conjuntos dos números naturais, conjunto dos números inteiros, anéis e anéis de polinômios, conjunto dos números racionais e noção de corpo dos racionais. No segundo módulo, temos: estudo de funções e corpo dos reais.

¹¹ Utilizamos os termos “sequência didática”, “sequência de aulas”, “plano de aula”, “planos de ensino” como sinônimos, pois, de fato, estamos interessados nas produções que os professores organizaram como sendo propostas de atividades matemáticas para serem desenvolvidas em salas de aula da Educação Básica.

inteiros, ensino dos números inteiros, conjunto dos números naturais, polinômios (do ponto de vista da Álgebra acadêmica e escolar), anéis e anel dos polinômios. Também foram contempladas nos encontros questões referentes às dificuldades dos alunos no estudo da Álgebra e tendências em Educação Matemática. No nono encontro, após todas essas discussões e estudos realizados, foi solicitado aos professores que reelaborassem a sequência didática. Tal atividade, que consta dos dados analisados, teve por objetivo verificar se as sequências didáticas elaboradas pelos professores sofreriam alterações após sua participação no processo de formação continuada oferecido. Vale destacar que, em ambos os momentos, os professores poderiam consultar todos os materiais que julgassem necessários para a elaboração da sequência didática, desde que indicassem, ao final, a bibliografia consultada. O roteiro, pensado com a finalidade de orientá-los sobre os elementos que poderiam constar em suas sequências didáticas, é constituído por dez itens, cada um deles relacionado a uma categoria do conhecimento do conteúdo identificado por Ball e seus colaboradores.

Tabela 2 – Roteiro para elaboração da sequência didática

Seu objetivo é ensinar sobre polinômios para um grupo de alunos.

1. Qual o público alvo? Para qual ano da Educação Básica essa aula será ministrada?
2. Qual o número de aulas necessárias?
3. Quais são os conhecimentos prévios dos alunos para que eles possam compreender e participar nessa aula?
4. Quais estratégias que serão empregadas?
5. Quais recursos que serão utilizados?
6. Quais questionamentos serão feitos? (ou pretende fazer?)
7. Dê exemplos de atividades que serão propostas para a turma.
8. Da atividade proposta, qual(is) seria(m) a(s) possível(is) solução(ões) que os alunos fariam? Qual seria a solução que você faria? Existem outras soluções? Se sim, apresente-as. Se não, por quê?
9. Há alguma explicação que você considere indispensável ser dada? Qual?
10. Quais as dificuldades que os alunos poderiam apresentar, em relação ao conceito matemático abordado em sua aula? E na resolução da situação matemática?
11. O conceito matemático abordado no plano de aula será/deverá ser retomado, posteriormente, em outro ano da Educação Básica? Tal conceito será/poderá ser utilizado como conhecimento prévio para a aprendizagem de outro conceito matemático?

Fonte: Dados da pesquisa

Para fins de análises dos dados produzidos, elaboramos a Tabela 3 concebida segundo a nossa compreensão dos diferentes domínios de Ball, Thames e Phelps (2008) e suas relações com as questões utilizadas no instrumento de coleta de dados:

Tabela 3: Questões e categorias

Categorias	Questões
Conhecimento do Conteúdo e do Currículo (CCK)	Questões 1 e 11
Conhecimento do Conteúdo no Horizonte (HCK)	Questão 11
Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes (KCS)	Questões 3, 8 e 10
Conhecimento do Conteúdo e do Ensino (KCT)	Questões 4, 5, 6, 7 e 9

Fonte: elaborado pelos autores

Análise dos Dados

Como discutido na seção anterior, o roteiro sugerido aos professores era composto de questões que, em nossa interpretação, possibilitariam observar se e como as discussões acerca do ensino de Álgebra e, em específico, do ensino de polinômios, desenvolvidas no processo de formação continuada, oportunizariam aos professores participantes (re)construir seus conhecimentos matemáticos para o ensino (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Uma vez que desenvolvemos nossas análises a partir dos dados produzidos no referido processo de formação continuada, tomamos por caminho a seguinte organização: primeiramente apresentamos e discutimos as sequências didáticas elaboradas pelos professores no início do processo. Em seguida, analisamos as sequências (re)elaboradas num segundo momento e, por fim, buscamos apresentar algumas comparações nas sequências produzidas, com a finalidade de identificar se elas sofreram alterações e como isso se deu. Destacamos que nossas análises não tinham por propósito julgar se as propostas dos professores estavam bem ou mal elaboradas. Nosso objetivo foi trazer à tona, a partir da análise das sequências didáticas, elementos que consideramos fundamentais no/para o ensino dos polinômios na/para a Educação Básica.

Iniciamos com a análise da primeira sequência didática desenvolvida pelos professores, apresentando, em tabelas, os dados depreendidos e indicando a maior ocorrência de cada evidência, buscando relacioná-las com os domínios do MKT (BALL; THAMES; PHELPS, 2008) e com outros referenciais teóricos discutidos anteriormente.

As questões 1 e 11 foram concebidas no intuito de identificar a compreensão dos professores dos conhecimentos curriculares que envolvem o conceito de polinômios. As

tabelas 4 e 5 apontam como tais conhecimentos se manifestaram nas sequências didáticas elaboradas.

Tabela 4 – Sequência Didática Primeira Versão

Q1	Maior ocorrência de resposta
Qual o público alvo? Para qual ano da Educação Básica essa aula será ministrada?	7. ^a série/ 8. ^o ano

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5 – Sequência Didática Primeira Versão

Q11	Maior ocorrência de resposta
O conceito matemático abordado no plano de aula será/deverá ser retomado, posteriormente, em outro ano da Educação Básica? Tal conceito será/poderá ser utilizado como conhecimento prévio para a aprendizagem de outro conceito matemático?	Os professores respondem que esse assunto continuará sendo visto no Ensino Médio e até no Ensino Superior. No entanto, eles não mencionam exemplos, não indicam mais especificamente quais seriam os conteúdos nem fazem correlações.

Fonte: Elaborado pelos autores

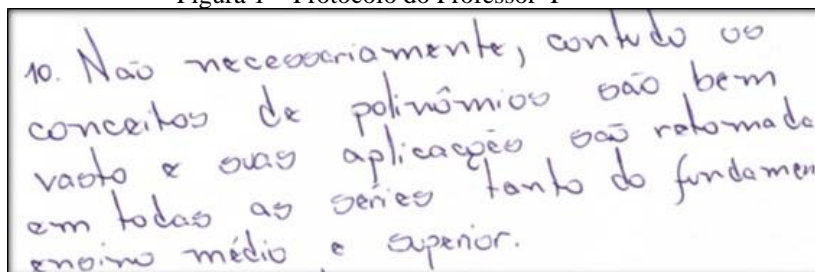
Os professores-participantes indicam o 8.^o ano como o momento para introduzir o conceito de polinômio e para trabalhar tal conceito na Educação Básica. Já, por meio da orientação referente à questão 11, observamos que todos os professores apresentam dificuldades ao tentar transpor, para o ambiente do Ensino Médio ou Superior, os conceitos ensinados aos alunos do 7.^o ano do Ensino Fundamental. Esperávamos, por exemplo, que fosse feita alguma alusão ao estudo dos polinômios como uma estrutura de anel no Ensino Superior, mas não houve nenhuma ocorrência.

Tais respostas evidenciam que os professores mobilizam elementos do domínio conhecimento do conteúdo e do currículo (KCC), quando conseguem identificar o momento, no currículo escolar, em que o conceito de polinômio deve ser ensinado. No entanto, como é ratificado pela forma como lidaram com a questão 11 na construção de suas sequências didáticas, os professores não correlacionam o conceito de polinômio com diferentes conteúdos, nem indicam como evoluem ao longo do currículo escolar, o HCK (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Indícios de que os professores desconhecem os conteúdos estudados ao longo dos anos de ensino e de que não conseguem estabelecer conexões entre os conteúdos da Álgebra abordada nas séries finais do Ensino Fundamental e os do Ensino Médio ou entre os

conteúdos da Álgebra acadêmica¹² e da Álgebra escolar¹³ são revelados quando apontam que os conceitos estudados na sequência didática poderão ser utilizados na continuidade dos conteúdos do Ensino Médio e, dependendo do curso, no Ensino Superior, mas não fazem menção à maneira como poderão ser utilizados mais especificamente.

Figura 1 – Protocolo do Professor F



Fonte: Dados da pesquisa

As questões a seguir (Tabela 6) estão relacionadas ao conhecimento do conteúdo e dos estudantes, uma vez que relacionam o conhecimento sobre os alunos e sobre a matemática. Aqui percebemos, dentre outros aspectos, que os professores consideram importante, quando se organiza o ensino de polinômios, tomar a noção do cálculo de perímetro e de área para o desenvolvimento da aula elaborada. Retomaremos essa discussão adiante, quando estivermos analisando as questões referentes ao KCT.

Tabela 6 – Sequência Didática Primeira Versão

Q3	Maior ocorrência de resposta
Quais são os conhecimentos prévios dos alunos para que eles possam compreender e participar nessa aula?	Operações com números racionais, noções de perímetros e área de retângulos; expressões algébricas e operações, equações
Q8	Maior ocorrência de resposta
Da atividade proposta, qual(is) seria(m) a(s) possível(is) solução(ões) que os alunos fariam? Qual seria a solução que você faria? Existem outras soluções? Se sim, apresente-as. Se não, por quê?	Aplicação de fórmulas e procedimentos
Q10	Maior ocorrência de resposta
Quais as dificuldades que os alunos poderiam apresentar, em relação ao conceito	Operações entre monômios e entre polinômios; enxergar a expressão algébrica

¹² Conhecimento produzido e percebido pelos matemáticos profissionais.

¹³ Relacionada ao processo de educação escolar básica da matemática.

matemático abordado em sua aula? E na resolução da situação matemática?	como uma possível resposta de um exercício; identificar o grau do polinômio.
---	--

Fonte: Elaborado pelos autores

Uma das dificuldades mencionada pelos professores e que os alunos poderiam apresentar, também identificada em Booth, refere-se ao fato de alunos, normalmente, operarem apenas com números, com o foco de encontrar respostas particulares, enquanto que na Álgebra, ao operar também com letras, o foco é outro: nem sempre a resposta é única, as respostas podem expressar procedimentos e relações de maneira generalizada ou simplificada.

Também percebemos, novamente, o uso exagerado da aplicação de técnicas ou procedimentos nas soluções escolhidas pelos professores. Assim sendo, acreditamos que esses professores concebem o ensino dos polinômios a partir das suas próprias experiências enquanto alunos e do conhecimento que construíram em razão das influências – que vêm se formando ao longo dos séculos, passando de geração a geração – por eles recebidas. (CURY, 1999).

Ao analisarmos as sequências de aula produzidas pelos professores, com base nas questões apresentadas na Tabela 7, evidenciamos que, nas atividades propostas por esses professores, há, como exemplificamos na Figura 2, uma alta incidência da aplicação do cálculo da área do retângulo e o uso de situações-problema relacionadas ao dia a dia, exposto na Figura 3. Isso parece ratificar o que Koerich (2000) aponta em sua pesquisa, no que se refere à forma como o conceito de polinômio é apresentado nos livros didáticos e como os professores organizam suas propostas de aulas. A Tabela 7 serve como exemplo.

Tabela 7 – Sequência Didática Primeira Versão

Q4	Maior ocorrência de resposta
Quais estratégias serão empregadas?	Uso de jogos (por exemplo, Tangram), resolução de exercícios, utilização de situações do cotidiano do aluno
Q5	Maior ocorrência de resposta
Quais recursos serão utilizados?	Giz, lousa, livro didático, materiais necessários para os jogos
Q6	Maior ocorrência de resposta

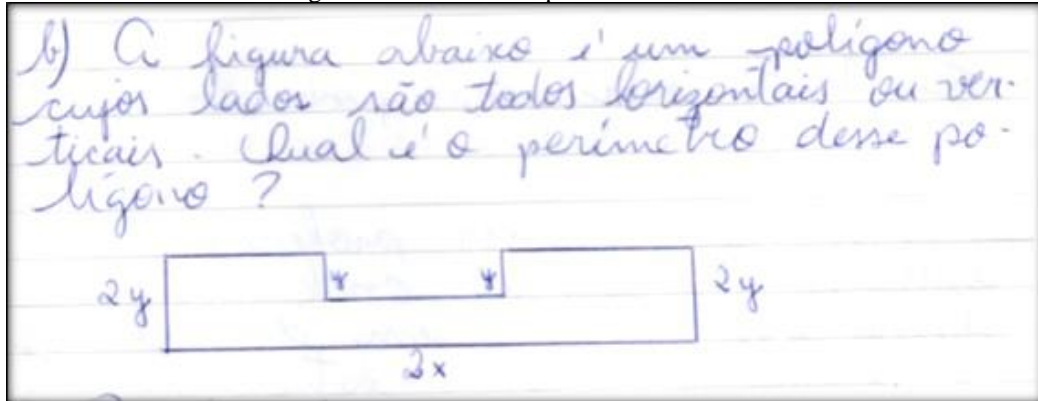
Quais questionamentos serão feitos? (ou pretende fazer?)	Questionamentos relacionados a cálculo de área e perímetro
Q7	Maior ocorrência de resposta
Dê exemplos de atividades que serão propostas para a turma.	Cálculo de área e perímetro, simplificação de expressões, reduzindo a termos semelhantes, operações com monômios, construção de tabelas, separando o coeficiente, a parte literal e o grau de polinômios, jogos, exercícios de operações com polinômios
Q9	Maior ocorrência de resposta
Há alguma explicação que você considera indispensável ser dada? Qual?	A diferenciação entre monômios e polinômios

Fonte: Elaborado pelos autores

Os dados obtidos também nos fazem refletir sobre o quanto é difícil abandonar o trabalho com roteiros passo a passo para garantir a execução correta de determinados procedimentos. Por exemplo, em todas as sequências didáticas elaboradas pelos professores, há uma preocupação em começar o estudo definindo os termos “monômio: expressão com um único termo” e “polinômio: expressão com muitos termos”. Essas são as formas como os professores definem tais conceitos em suas aulas.

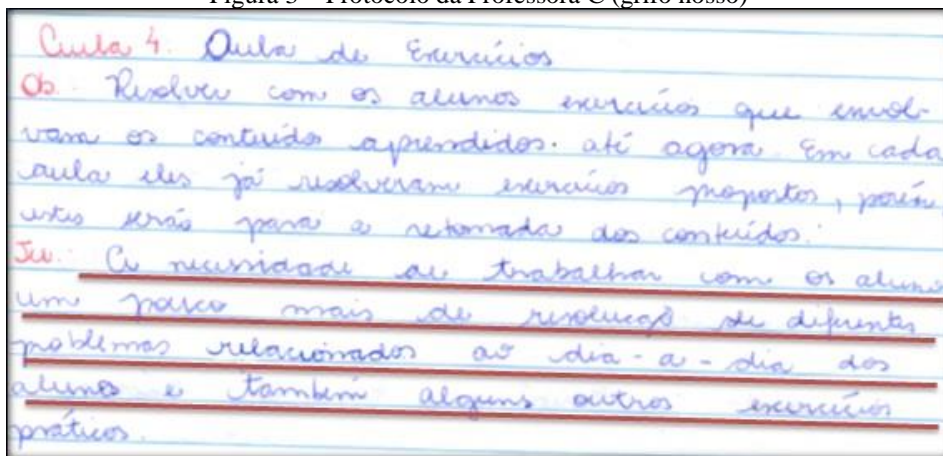
Vimos que, em sua maioria, os professores optam por iniciar suas propostas de aula pela definição de monômios e de polinômios. No entanto, observamos também que eles foram capazes de utilizar uma determinada representação (a utilização do cálculo de área de figuras planas), ao propor o ensino de polinômios e suas operações. Concluimos assim que, a forma como os professores se utilizaram das questões da Tabela 7 evidencia a mobilização de alguns elementos do conhecimento do conteúdo e do ensino (KCT). Posteriormente, retomaremos tal discussão, apresentando outras propostas que os professores poderiam ter mobilizado em suas sequências didáticas e que nos parecem enriquecer o conhecimento do conteúdo e do ensino no que se refere aos polinômios.

Figura 2 – Protocolo da professora I



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 3 – Protocolo da Professora C (grifo nosso)

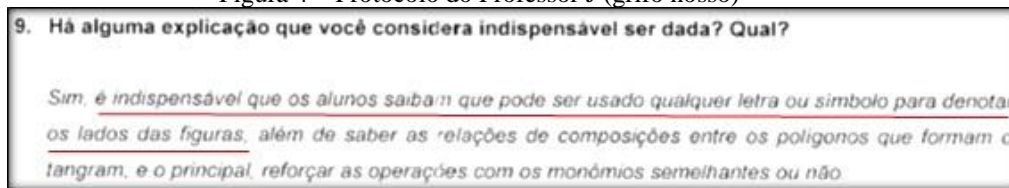


Fonte: Dados da pesquisa

Por outro lado, termos como “raiz de polinômio”, “fatoração de polinômio” e “polinômios irredutíveis”, entre outros, não são mencionados em nenhum dos planos de aula. Tal fato foi discutido no artigo de Einsenberg e Dreyfus (1995), uma vez que os autores já alertavam para uma nítida redução da ênfase nos tópicos relacionados com polinômios. Não percebemos, nos materiais produzidos pelos professores, o emprego de uma variedade de atividades para o estudo das operações com os polinômios. Esse fato nos remete a pensar no rol de atividades que um professor precisa ter/mobilizar para ensinar determinado assunto, elementos pertencentes ao KCT.

Evidenciamos que há muitos exemplos de polinômios empregando uma “única letra” (x), como em x^3+3x^2+x+1 . Apenas um professor mencionou a importância de evitar o uso exagerado da letra “ x ”, como mostra o protocolo a seguir.

Figura 4 – Protocolo do Professor J (grifo nosso)



Fonte: Dados da pesquisa

A abordagem do conceito de polinômio sob diferentes perspectivas, como seu uso em atividades para modelar diferentes situações intra e extra matemática (por exemplo, no mercado de ações, para descrever a trajetória de um projétil, entre outras) poderia possibilitar uma compreensão, por parte dos estudantes, que rompesse com a simples manipulação de métodos e técnicas. No entanto, nenhum dos professores proporcionou atividades desse tipo, seja individualmente, seja em grupos, propiciando ao educando ser protagonista na realização de uma tarefa de investigação. Isso vai ao encontro do que Mulligan (1995) aponta em sua pesquisa, quando considera a manipulação de expressões polinomiais uma técnica essencial; no entanto, como qualquer habilidade que exige prática pode tornar-se repetitiva e monótona.

Fundamentando-nos nas análises apresentadas, indicamos algumas lacunas nos conhecimentos dos professores investigados, uma vez que, pela falta de problematização na elaboração das atividades, parece-nos haver ausência de mobilização do conhecimento de conteúdo e do ensino (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Num outro sentido, não identificamos a exploração de certos aspectos do conceito de polinômio em situações contextualizadas dentro da própria matemática, como faz Mulligan (1995, p. 66): “[...] se dois números de dois algarismos têm iguais os algarismos das dezenas, e se os algarismos das unidades somam 10, pode-se calcular seu produto instantaneamente. Assim, 77×73 , por exemplo, a resposta é 5621”¹⁴. Observamos, com essa situação, que é possível despertar o interesse dos estudantes para além das aplicações da Álgebra ao mundo real, considerando que um bom uso dela é possível para boas soluções dentro da própria da Matemática.

Ainda no que se refere ao KCT, identificamos que, ao considerar a Questão 5 (Tabela 7), os professores afirmam utilizar livros para preparar suas aulas. Convém assinalar que, na bibliografia utilizada pelos professores, nos chamou a atenção o fato de cinco deles terem

¹⁴ Nesse caso, represente por “a” o algarismo das dezenas dos dois números considerados e por “b” o algarismo das unidades do primeiro número. Então o algarismo das unidades do segundo número será 10 - b. Logo, 10a + b é o primeiro número e 10a + (10 - b), o segundo número. Seu produto é: $(10a + b) \times (10a + 10 - b) = \dots = 100a(a + 1) + b(10 - b)$.

consultado o livro *Praticando Matemática*, de Álvaro Andrini e Maria José Vasconcellos, Editora do Brasil¹⁵. Os demais professores indicaram *sites*, caderno do professor de matemática da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo e apostilas de sistemas de ensino.

Embora não seja o foco do presente artigo, achamos importante chamar a atenção do leitor para o fato de que nossa pesquisa também buscava contemplar aspectos do conhecimento especializado matemático do professor (SCK), segundo Ball, Thames e Phelps (2008) para o ensino dos polinômios. Causou-nos certa estranheza que oito dos dez professores investigados na pesquisa não foram capazes de identificar, em uma lista de expressões matemáticas, quais delas eram ou não polinômios¹⁶. Entendemos que uma condição necessária para o ensino dos polinômios é que o professor consiga identificar o que é um polinômio. Afinal, como se pode ensinar algo que se desconhece?

A fim de verificar se e como os estudos realizados durante o processo de formação continuada proporcionaram uma reflexão acerca do ensino dos polinômios ou a ampliação e/ou aprofundamento dos conhecimentos necessários para o ensino de polinômios na Educação Básica, foi solicitado aos professores que olhassem novamente para a sequência didática que eles haviam produzido e, se julgassem adequado, realizassem modificações em suas produções.

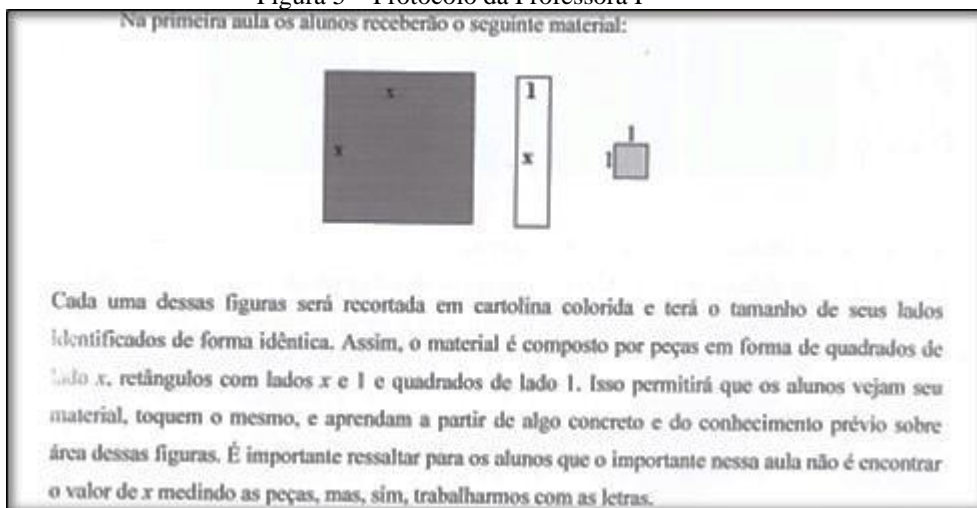
Uma primeira observação que trazemos é que, dos dez professores participantes da pesquisa, quatro mantiveram a mesma sequência, justificando que não havia necessidade alguma de alteração. Isso nos chamou a atenção, uma vez que era esperado, ou ao menos desejado, que, após o processo de formação, os professores repensassem sua proposta de aula e, de certa forma, refletissem sobre sua própria prática de sala de aula.

Com relação às alterações realizadas na segunda versão das aulas, percebemos que o professor “F” incluiu atividades manipulativas para o cálculo da área de figuras planas, utilizando para isso peças em forma de quadrado e de retângulos, confeccionadas com cartolina colorida, conforme ilustra a Figura 5, a seguir:

¹⁵ Este livro faz parte de uma coleção aprovada e recomendada pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), o que pode ter sido uma justificativa para a alta incidência de sua referência. Além disso, conjecturamos, considerando a idade média dos professores, que eles mesmos possam ter usado o livro enquanto estudantes da Educação Básica. É fato que a edição utilizada pelos professores é atual, mas este é um livro dos anos 1980.

¹⁶ Essa discussão é retomada e amplamente explorada em LAUTENSCHLAGER (2017, no prelo), artigo que é parte integrante da tese de doutorado da primeira autora deste artigo.

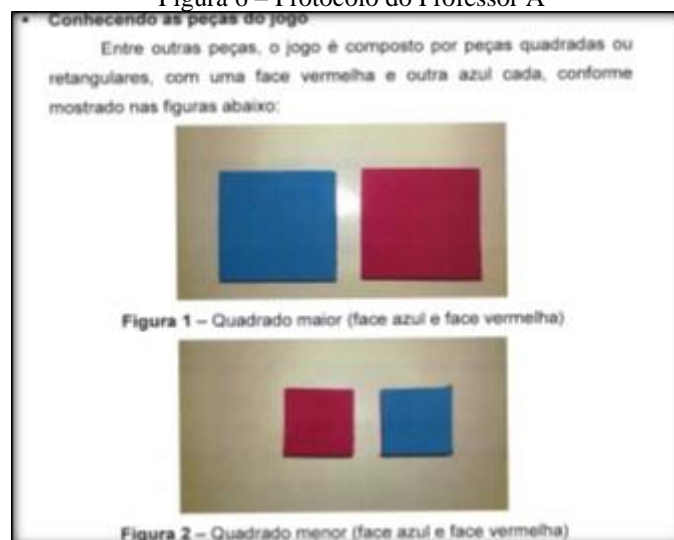
Figura 5 – Protocolo da Professora F



Fonte: Dados da pesquisa

Outros quatro professores utilizaram, para reorganizar suas aulas, um recurso didático em forma de jogo: Jogando com Álgebra¹⁷. Ainda que utilizassem uma metodologia diferenciada, o uso de jogos, a atividade em si era com o emprego o cálculo da área das figuras planas para o ensino das operações com polinômios.

Figura 6 – Protocolo do Professor A



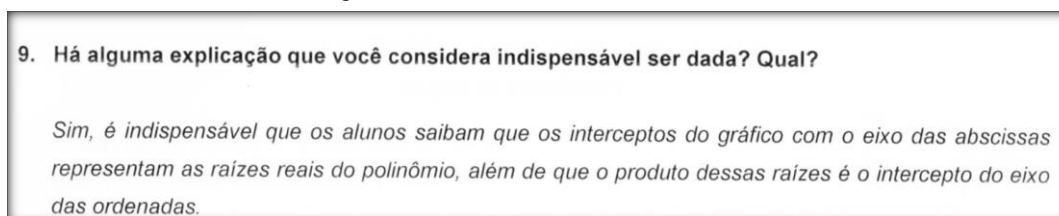
Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, apenas o professor “J” modificou toda a estrutura de sua sequência didática, alterando, inclusive, o público-alvo – de alunos do Ensino Fundamental para alunos do Ensino Médio. Nesse caso, foram propostas atividades sobre a construção de diversos

¹⁷ Jogo composto, entre outras peças, por quadrados ou retângulos, nas cores azul ou vermelho, fabricado por MMP – Marli Materiais Pedagógicos.

gráficos, variando-se os parâmetros, as raízes e o grau do polinômio, considerando a fatoração de polinômios e a utilização de um aplicativo informático para sua construção. Acreditamos que a leitura do artigo de Einsenberg e Dreyfus (1995) durante a formação, aliada às discussões sobre as dificuldades do processo de ensino e aprendizagem da Álgebra e, em específico dos polinômios, tenha contribuído para essa mudança. Retomamos, no caso do Professor “J”, nossa observação quanto à mobilização dos diferentes domínios do conhecimento matemático para o ensino de polinômios, como foi o caso do conhecimento do conteúdo e do currículo (com a elaboração das atividades em consonância com o nível escolar em que seriam desenvolvidas), como também, no caso do conhecimento do conteúdo e do ensino, ao propor diferentes atividades para abordar o tema matemático em jogo (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Figura 7 – Protocolo do Professor “J”



Fonte: Dados da pesquisa

A atividade proposta pelo professor “J” é muito pertinente para a situação, uma vez que “ainda percebemos a falta de compreensão do processo de fatoração e de sua relação com as raízes de polinômios. Mais ainda, pouco se discute sobre os gráficos de funções polinomiais” (DIERINGS, 2014, p.13). Ainda de acordo com Dierings (2014, p. 21), “o fato de usar traçado de gráficos, mesmo com apoio de programas computacionais, seria uma ferramenta importante para o desenvolvimento da noção de localização de uma ou mais raízes reais de uma função polinomial”.

Na segunda versão da sequência didática, com relação à questão 11 (vide Tabela 5), apenas os professores “A” e “J” especificam que, em suas atividades, o conceito de polinômios poderá ser estudado em outros níveis de ensino.

Figura 8 - Protocolo do Professor J

11. O conceito matemático abordado no plano de aula será/deverá ser retomado, posteriormente, em outro ano da Educação Básica (Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio)? Tal conceito será poderá ser utilizado como conhecimento prévio para a aprendizagem de outro conceito matemático?

Os conceitos estudados serão utilizados na continuidade dos conteúdos do ensino médio e, dependendo do curso, no superior. Esses conceitos poderão ser utilizados para aprendizagem dos números complexos e equações polinomiais.

Qual a importância desse conceito para os demais conceitos da Matemática?

O estudo do conceito de polinômios com um todo é fundamental para o entendimento dos números complexos, dos conceitos de limite de funções e derivadas, etc.

Fonte: Dados da pesquisa

Consideramos essencial ao ofício docente saber por que os procedimentos funcionam, por que certas propriedades são verdadeiras, porque “ensinar também envolve explicar procedimentos e apresentar justificativas plausíveis e válidas para tais procedimentos” (RIBEIRO, 2012).

Finalizamos nossas análises evidenciando que os recursos empregados foram os que mais sofreram alterações na segunda versão da sequência didática, e o emprego do cálculo de área do quadrado e do retângulo ainda foi muito utilizado.

Conclusões e Considerações Finais

A proposta deste artigo foi investigar o conhecimento matemático de professores que atuam na Educação Básica para o ensino de polinômios, utilizando-nos da análise de sequências didáticas produzidas por esses professores.

A partir da análise das sequências didáticas destinadas ao ensino de polinômios, elaboradas pelos professores, julgamos relevante reforçar a importância e a urgência da formação continuada com foco não somente nos conhecimentos pedagógicos, mas também nos conhecimentos específicos matemáticos. Tais evidências, identificadas por nós em nossa pesquisa, são ratificadas por outros pesquisadores.

Observamos que os professores possuem um conhecimento matemático para o ensino de polinômios intimamente relacionado a aspectos procedimentais e, muitas vezes, desprovido de significados. Entendemos que os procedimentos são necessários, mas precisam ser fundamentados e justificados de um ponto de vista matemático e didático,

pois acreditamos que a eficiência e a significação desses procedimentos estão profundamente interligadas.

Com relação às sequências didáticas, percebemos ali a concepção de aprendizagem como um processo que envolve meramente a atenção, a memorização, a fixação de conteúdos e o treino procedimental por meio de exercícios mecânicos e repetitivos. Há necessidade de mudar essa visão para uma aprendizagem que possibilite o desenvolvimento do conhecimento procedural e também o conceitual. Indicamos o trabalho com outras áreas do conhecimento e a modelagem matemática como uma alternativa para o ensino dos polinômios.

Apontamos, assim, a necessidade de serem investigados continuamente a formação do professor da Educação Básica, o desenvolvimento profissional para a docência e a formação matemática e pedagógica do professor.

Referências

ALBUQUERQUE, L. C.; GONTIJO, C. H. *A complexidade da formação do professor de matemática e suas implicações para a prática docente* Espaço Pedagógico, Passo Fundo, v. 20, n. 1p. 76-87, jan./jun. 2013. Disponível em: www.upf.br/seer/index.php/rep Acesso em: 28/12/2016

ATTORPS, I. *Teachers' images of the 'equation' concept*. European Research in Mathematics Education, v. 3, 2003. Disponível em: http://ermeweb.free.fr/cerme3/groups/tg1/tg1_list_html>. Acesso em: 31/12/2016

BALL, D. L. *What mathematical knowledge is needed for teaching Mathematics?* Mathematics teaching and learning to teach project. School of Education, University of Michigan, 2003. pp. 1-9.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. *Content knowledge for teaching: What makes it special?* Journal of Teacher Education, New York, v. 59, n. 5, p. 389 - 407, nov./dez. 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *A investigação qualitativa em educação: uma introdução às teorias e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, Curso de Licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002.

CHAZAN, D.; YERUSHALMY, M. On appreciating the cognitive complexity of school algebra: Research on algebra learning and directions of curricular change. In: KILPATRICK, J.; MARTIN, W. G.; SHIFTER, D. (Ed.). *A research companion to principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM, 2003. p. 123-135.

- CROTTY, M. *The foundations of social research: meaning and perspective in the research process*. London: Sage, 1998.
- CURY, H. N. *Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significados dos termos utilizados*. Bolema, Rio Claro, v. 12, n. 13, p. 29-44, 1999.
- CYRINO, M. C. de C. T. Preparação e emancipação profissional na formação inicial do professor de Matemática. In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M. A. V. *A formação do professor que ensina Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 77-88.
- D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus, 1996.
- DEDE, Y.; SOYBAŞ, D. *Preservice mathematics teachers' concept images of polynomials*. Quality & Quantity Turquia, v. 45, n. 2, p. 391-402, 2011.
- IBRAHIM, S. A.; RESENDE, M. R. *A formação do conceito de polinômios no ensino fundamental*.
- DIERINGS, A. R. *Ensino de polinômios no Ensino Médio: uma nova abordagem*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: Brasil, 2014. Não publicada.
- DOERR, H. M. Teachers' knowledge and teaching of algebra. In: STANCEY, K.; CHICK, H.; KENDAL, M. (Ed.). *The future of the teaching and learning of algebra: The 12th ICMI Study*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 267-289.
- EISENBERG, T.; DREYFUS, T. Os polinômios no currículo da escola média. In: COXFORD, A. F.; SHULTE, A. P. (Org.). *As ideias da Álgebra*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1995. p.127-134.
- FERREIRA, M. C. C. *Conhecimento matemático específico para o ensino na educação básica: a álgebra na escola e na formação do professor*. 2014. 184f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014
- GARNICA, A. V. M. História oral e educação matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- GATTI, B. A. et al. *Formação de professores para o Ensino Fundamental: instituições formadoras e seus currículos*. Estudos & Pesquisas Educacionais, Fundação Victor Civita, São Paulo, n. 1, p. 95-138, 2010.
- IBRAHIM, S. A. *A apropriação dos significados de polinômios: um estudo na perspectiva da teoria histórico-cultural*. Dissertação (mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Educação, 2015.
- KOERICH, A. C. *Um estudo sobre polinômios e sua abordagem no ensino*. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Departamento de Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. MAYER, E;

CURY, H.N. *A articulação entre as disciplinas específicas e pedagógicas em um curso de licenciatura em matemática*. Trabalho apresentado no XII EBRAPEM – UNESP (Rio Claro/SP), 2008.

LAUTENSCHLAGER, E. *Conhecimento matemático sobre o conceito de polinômios de um grupo de professores da Educação Básica*. 2017, São Paulo (no prelo).

LAUTENSCHLAGER, E; ZANA, Y.; RIBEIRO, A. J. *Investigando a construção do conceito de polinômio: uma abordagem envolvendo as teorias cognitivas*. 2017. São Paulo (no prelo).

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. *Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores*. Zetetike, Campinas, v.11, n.19, p. 57-80, 2003.

MOREIRA, P.C. *O conhecimento matemático do professor: formação na licenciatura e prática docente na escola básica*. 195f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. *A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MULLIGAN, C. H. Uso de polinômios para surpreender. In: COXFORD, A; SHULT, A. P. *As idéias da Álgebra*. Tradução de H. H. Domingues. São Paulo: Atual, 1995. p. 236-243.

PIRES, C. M. C. *Novos desafios para os cursos de licenciatura em matemática*. Educação Matemática em Revista, São Paulo, v. 7, n. 8, p.10-15, jun. 2000.

PONTE, J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: BROWN et al., M. *Educação matemática: temas de investigação*. Lisboa: IIE e SEM-SPCE, 1992.

RIBEIRO, A. J. *Analisando o desempenho de alunos do Ensino Fundamental em Álgebra, com base em dados do SARESP*. 2001. 116f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

RIBEIRO, A. J. *Equação e conhecimento matemático para o ensino: relações e potencialidades para a Educação Matemática*. Bolema, Rio Claro, v. 26, n. 42b, p. 535-558, 2012.

RIBEIRO, A. J.; OLIVEIRA, F. A. P. V. S. *Conhecimentos mobilizados por professores ao planejarem aulas sobre equações*. Zetetiké: Revista de Educação Matemática, Campinas, SP, v. 23, n. 44, p. 311-327, dez. 2015. ISSN 2176-1744. Disponível em: <<http://ojs.fe.unicamp.br/ged/zetetike/article/view/7494>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

SHULMAN, L. S. (1986) *Those who understand: knowledge Growth*. Teaching Educational Research, v.15, n.2, p.4-14

SHULMAN, L. S. (1987) *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, v.57, n.1, p.1-22.

TALL, D.; Vinner, S. *Concept image and concept definition in mathematics, with special reference to limits and continuity*, *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, vol. 3, n. 12, p. 151-169, 1981

WIELEWSKI, G. D. *O movimento da matemática moderna e a formação de grupos de professores de matemática no Brasil*. ProfMat2008 Actas. Lisboa, Portugal: Associação de Professores de Matemática, 2008. p. 1-10.

Recebido 12/01/2017
Aceito 25/04/2017