



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação

DIEGO HENRIQUE DE MORAES TRIDICO

**CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO
CONTINUADA PARA PROFESSORES DOS ANOS
INICIAIS NO DESENVOLVIMENTO DO
CONHECIMENTO TECNOLÓGICO, PEDAGÓGICO E DE
CONTEÚDO ALGÉBRICO**

CAMPINAS
2019

DIEGO HENRIQUE DE MORAES TRIDICO

**CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO
CONTINUADA PARA PROFESSORES DOS ANOS
INICIAIS NO DESENVOLVIMENTO DO
CONHECIMENTO TECNOLÓGICO, PEDAGÓGICO E DE
CONTEÚDO ALGÉBRICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Escolar da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Educação Escolar, na área de concentração Educação Escolar.

Orientador: PROFA. DOUTORA MIRIAM CARDOSO UTSUMI

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DE DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO DIEGO HENRIQUE DE MORAES TRIDICO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. MIRIAM CARDOSO UTSUMI.

CAMPINAS
2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação
Simone Lucas Gonçalves de Oliveira - CRB 8/n.8144

T732c Trídico, Diego Henrique de Moraes, 1987-
Contribuições de um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais no desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico / Diego Henrique de Moraes Trídico. -- Campinas, SP: [s.n.], 2019.

Orientador: Miriam Cardoso Utsumi.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Formação de professores. 2. Conhecimentos do professor. 3. Álgebra. 4. Anos iniciais. I. Utsumi, Miriam Cardoso. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Contributions of an in-service training for early years teachers in the development of the technological pedagogical algebraic' content knowledge

Palavras-chave em inglês:

Teacher training

Knowledge of the teacher

Algebra

Early years

Área de concentração: Educação Escolar

Titulação: Mestre em Educação Escolar

Banca examinadora:

Miriam Cardoso Utsumi [Orientador]

Ana Letícia Losano

Bárbara Lutaif Bianchini

Data de defesa: 16-12-2019

Programa de Pós-Graduação: Mestrado Profissional em Educação Escolar

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a):

ORCID do autor: 0000-0003-1729-9777

Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0168196760994888>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO
CONTINUADA PARA PROFESSORES DOS ANOS
INICIAIS NO DESENVOLVIMENTO DO
CONHECIMENTO TECNOLÓGICO, PEDAGÓGICO E
DE CONTEÚDO ALGÉBRICO**

Autor : Diego Henrique de Moraes Tridico

COMISSÃO JULGADORA:

Profa. Dra. Miriam Cardoso Utsumi
Profa. Dra. Ana Leticia Losano
Profa. Dra. Barbara Lutaif Bianchini

A ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Julgadora consta no SIGA – Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação da UNICAMP.

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, força, saúde e sabedoria.

Gratidão a minha família, que mesmo pequena, é cheia de esperança, carinho e apoio.

Gratidão especial a minha mãe Marlene, que sempre me incentivou a ser quem eu sou e a continuar no caminho da docência e da descoberta.

Gratidão ao Fernando, pela paciência e apoio durante os meses de pesquisa e escrita.

Agradeço imensamente minha orientadora, Professora Doutora Miriam Cardoso Utsumi, pela sabedoria compartilhada, pela paciência, profissionalismo, dedicação e maestria com que me orientou e me fez crescer academicamente.

RESUMO

CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS NO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO, PEDAGÓGICO E DE CONTEÚDO ALGÉBRICO

RESUMO: A educação pública estadual vem passando por importantes mudanças. Os investimentos nas estruturas para o uso de tecnologia digital nas escolas ganharam força na última década e, em dezembro de 2017, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC foi homologada, impondo aos entes federativos alterações no Currículo, sendo aqui destacada, a unidade temática Álgebra que abrange desde o primeiro ano do Ensino Fundamental à terceira série do Ensino Médio. Diante desse contexto e da função de formador de professores exercida pelo pesquisador, emergiu a necessidade de analisar em que medida um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais contribui para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico. A pesquisa é de cunho qualitativo, tendo como metodologia a Engenharia Didática. Os participantes foram cinco professores dos anos iniciais que lecionavam na rede pública estadual de ensino e que participaram de um curso de formação continuada composto por oito sessões que contabilizaram 32 horas, sendo analisadas neste estudo as quatro sessões que se referiram ao pensamento relacional. A coleta de dados ocorreu por meio da sondagem inicial, registros produzidos pelos professores nas tarefas das sessões e avaliação final. As análises apontaram que o curso de formação continuada contribuiu para o desenvolvimento dos conhecimentos dos professores, com resultados mais expressivos no conhecimento de conteúdo algébrico, conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico e conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico, sendo o conhecimento pedagógico tecnológico evidenciado por todos os participantes no questionário final aplicado ao término do curso.

Palavras-chave: Formação de Professores. Conhecimentos do professor. Álgebra. Anos Iniciais.

ABSTRACT

CONTRIBUTIONS OF AN IN-SERVICE TRAINING FOR EARLY YEARS TEACHERS IN THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL ALGEBRAIC' CONTENT KNOWLEDGE

ABSTRACT: The education in State public schools has been undergoing important changes. Investments in structures for the use of digital technology in schools have gained strength in the last decade and, in December 2017, the National Common Curricular Base - BNCC was sanctioned, imposing changes on the curriculum to the federal entities, with the thematic unit Algebra being highlighted here, covering from the first year of Elementary School to the third year of High School. Given this context and the role of teacher trainer exercised by the researcher, the need to analyze the extent to which a continuing education course for teachers in the early years has contributed to the development of technological, pedagogical knowledge and algebraic content. The research is of a qualitative nature, using Didactic Engineering methodology. The participants were five teachers from the early years who taught in the State public school system. They participated in a continuing education course which consisted of eight sessions with a total of 32 hours, being analyzed in this study the four sessions that referred to relational thinking. The data collection took place by means of an initial survey, as well as records produced by teachers during the tasks of the sessions and a final evaluation. The analysis of this material showed that the continuing education course contributed to the development of teachers' knowledge, with more significant results in the knowledge of algebraic content, pedagogical knowledge of algebraic content and technological pedagogical knowledge of algebraic content, with technological pedagogical knowledge being evidenced by all participants in the final questionnaire applied at the end of the course.

Keywords: Teacher training. Knowledge of the teacher. Algebra. Early years.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Exemplo de sequência figural repetitiva..... | 46 |
| Figura 2: Exemplo de Sequência figural recursiva | 46 |
| Figura 3: Exemplo de proporção na receita de tempero para carne | 47 |
| Figura 4: Exemplo de sentenças com equivalência entre expressões | 48 |
| Figura 5: Intersecção do CC e CP, formando o CPC..... | 53 |
| Figura 6: Conhecimento Tecnológico de Conteúdo | 55 |
| Figura 7: Conhecimento Pedagógico Tecnológico | 56 |
| Figura 8: Modelo <i>TPACK</i> | 56 |
| Figura 9: Mapa com resultados do questionário inicial | 81 |
| Figura 10: Boas-vindas e chamada do personagem Abelhinha..... | 83 |
| Figura 11: Ilustração do Desafio I | 84 |
| Figura 12: Ilustração do Desafio II | 85 |
| Figura 13: Ilustração do Desafio III..... | 87 |
| Figura 14: Ilustração do Desafio IV..... | 88 |
| Figura 15: Seleção de opção na parcela do objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)” | 90 |
| Figura 16: Alteração das parcelas da segunda expressão do objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)” | 91 |
| Figura 17: Visão geral do objeto digital “Quadrinhos mágicos 2” | 98 |
| Figura 18: Alteração da primeira parcela da primeira expressão nos “Quadrinhos Mágicos 2”..... | 99 |
| Figura 19: Alteração da segunda parcela da primeira expressão nos “Quadrinhos Mágicos 2” | 99 |
| Figura 20: Mapa com resultados do questionário final | 119 |
| Figura 21: Comparação do mapa do questionário inicial com o mapa do questionário final | 121 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1: Síntese das pesquisas selecionadas no subitem Formação de professores visando o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo | 18 |
| Quadro 2: Síntese das pesquisas selecionadas no subitem Formação e conhecimento dos professores referente ao ensino de Álgebra..... | 32 |
| Quadro 3: Definição das categorias | 62 |
| Quadro 4: Resumo da sequência didática..... | 64 |
| Quadro 5: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos na segunda sessão..... | 68 |
| Quadro 6: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos na terceira sessão | 69 |
| Quadro 7: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos no questionário final | 70 |
| Quadro 8: Respostas a Q1S1..... | 71 |
| Quadro 9: Respostas a Q2S1..... | 72 |
| Quadro 10: Respostas a Q3S1..... | 74 |
| Quadro 11: Respostas a Q4S1..... | 75 |
| Quadro 12: Respostas a Q5S1..... | 76 |
| Quadro 13: Respostas a Q6S1..... | 77 |
| Quadro 14: Respostas a Q7S1..... | 79 |
| Quadro 15: Síntese da análise das respostas do questionário inicial | 80 |
| Quadro 16: Respostas a T2S2..... | 93 |
| Quadro 17: Respostas a T3S2..... | 95 |
| Quadro 18: Síntese da análise das respostas das tarefas da S2..... | 96 |
| Quadro 19: Respostas a T1S3..... | 101 |
| Quadro 20: Respostas a T2S3..... | 103 |
| Quadro 21: Síntese da análise das respostas das tarefas da S3..... | 104 |
| Quadro 22: Respostas a Q1S4..... | 106 |
| Quadro 23: Respostas a Q2S4..... | 107 |
| Quadro 24: Respostas a Q3S4..... | 109 |
| Quadro 25: Respostas a Q4S4..... | 111 |
| Quadro 26: Respostas a Q5S4..... | 112 |
| Quadro 27: Respostas a Q6S4..... | 114 |
| Quadro 28: Respostas a Q7S4..... | 116 |
| Quadro 29: Síntese da análise das respostas do questionário final..... | 118 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| INTRODUÇÃO | 12 |
| CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA..... | 16 |
| Formação de professores visando o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo | 17 |
| Formação e conhecimento dos professores referente ao ensino de álgebra | 31 |
| CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO | 42 |
| O ensino da Álgebra..... | 42 |
| O Pensamento Algébrico..... | 44 |
| Formação de professores e o desenvolvimento do pensamento algébrico | 48 |
| Conhecimentos Pedagógico, Tecnológico e de Conteúdo dos professores..... | 50 |
| Conhecimento de Conteúdo | 51 |
| Conhecimento pedagógico | 52 |
| Conhecimento pedagógico de conteúdo..... | 52 |
| Conhecimento tecnológico..... | 53 |
| Conhecimento tecnológico de conteúdo..... | 54 |
| Conhecimento pedagógico tecnológico | 55 |
| Modelo Technological Pedagogical Content Knowledge – <i>TPACK</i> | 56 |
| Formação de professores com base no modelo <i>TPACK</i> | 57 |
| CAPÍTULO 3 - DELINEAMENTO DO ESTUDO..... | 60 |
| Metodologia | 60 |
| Participantes da pesquisa..... | 63 |
| A sequência Didática..... | 64 |
| Quadros-síntese das sessões da Sequência Didática | 67 |
| Análise a posteriori da primeira sessão | 70 |
| Conclusão da sessão 1 | 79 |
| Apresentação da Segunda Sessão..... | 81 |
| Tarefa 1: Fanpage do personagem Abelhinha..... | 82 |
| Tarefa 2: Quadrinhos Mágicos 1 | 89 |
| Apresentação da tarefa 2 | 89 |
| Análise a priori da tarefa 2 da segunda sessão | 91 |
| Tarefa 3: Pensando na Sala de Aula..... | 94 |
| Análise a priori da tarefa 3 da segunda sessão | 94 |
| Análise a posteriori da tarefa 3 da segunda sessão (T3S2) | 94 |
| Conclusão da sessão 2 | 96 |
| Apresentação da terceira sessão | 97 |
| Tarefa 1: “Quadrinhos Mágicos 2” | 98 |
| Análise a priori da tarefa 1 da terceira sessão | 100 |

| | |
|---|-----|
| Tarefa 2: Pensando na Sala de Aula..... | 102 |
| Apresentação da tarefa 2 da terceira sessão | 102 |
| Análise a priori da tarefa 2 da terceira sessão | 102 |
| Análise a posteriori da tarefa 2 da terceira sessão (T2S3)..... | 102 |
| Conclusão da sessão 3..... | 104 |
| Apresentação da quarta sessão | 105 |
| Análise a posteriori da quarta sessão..... | 105 |
| Conclusão da sessão 4..... | 117 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 120 |
| REFERÊNCIAS | 124 |
| ANEXO 1 – Questionário Inicial | 128 |
| ANEXO 2 – Questionário Final | 129 |

INTRODUÇÃO

As inquietações da pesquisa foram oriundas das experiências do pesquisador nas escolas públicas estaduais jurisdicionadas à Diretoria de Ensino Campinas Leste, onde atua como Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico dos Anos Iniciais e facilitador do uso de tecnologias educacionais. Tal atuação compreende a formação de professores, bem como o acompanhamento de suas práticas na escola. Os motivos também decorrem da revisão de literatura que trata sobre formação de professores envolvendo o uso de tecnologias e das mudanças trazidas a partir da homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017).

Com as mudanças nas políticas públicas na educação paulista no decorrer dos anos, o uso da tecnologia digital ganhou espaço e investimento na escola, o que disponibilizou a professores e estudantes, salas de informática com acesso à internet e equipamentos para projeção digital. No entanto, a gestão pedagógica regional, da qual o pesquisador faz parte, observou que o uso das tecnologias estava às margens dos objetivos de aprendizagem dos estudantes, bem como das intencionalidades de ensino do professor.

As observações do pesquisador, decorrentes de sua experiência profissional, levaram à suposição do “uso pelo uso” de recursos tecnológicos, não gerando os resultados esperados na aprendizagem dos estudantes.

Com este cenário, emergiu a necessidade de investigar formações continuadas que abordassem a mobilização dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo por parte do professor, no planejamento e na realização de suas aulas.

Mishra e Koehler (2006) investigaram sobre a intersecção complexa – e necessária – dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo dos professores, com foco no desenvolvimento profissional dos docentes, buscando estruturar uma teoria relacionada à tecnologia educacional. Com isso, propuseram o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge*, que inicialmente era denominado de TPCK, mas que segundo Thompson (2008), passou a ser denominado *TPACK* para facilitar a pronúncia.

Mishra e Koehler (2006) definiram o Conhecimento Pedagógico - *Pedagogical Knowledge* – como o conhecimento sobre a prática e métodos de ensino. O Conhecimento Tecnológico - *Technology Knowledge* – foi definido como o conhecimento sobre tecnologias padrões ou avançadas, bem como as habilidades necessárias para operá-las. Já o Conhecimento de Conteúdo - *Content Knowledge* – foi conceituado como um conhecimento sobre o assunto a ser ensinado, como teorias, fatos e conceitos. Com isso, o modelo *TPACK*

explora os três componentes, resultando no Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.

Nogueira, Pessoa e Galego (2015), realizaram uma revisão de literatura acerca do modelo, no contexto de formação de professores no Brasil, Espanha e Portugal, concluindo que, apesar do crescente interesse em estudos que o exploram, a aplicação ainda era superficial.

Ainda sobre o *TPACK*, Sampaio (2016) analisou suas contribuições em uma experiência de formação, onde obteve resultados positivos frente ao desenvolvimento profissional dos professores em Portugal.

Entende-se o desenvolvimento profissional dos professores numa abordagem mais ampla, incluindo as aprendizagens da vida pessoal e profissional - ora fomentadas por políticas, ora oriundas dos contextos escolares em que realizam suas tarefas. Desta forma, consiste num processo contínuo ao longo da carreira, contemplando vários tipos de aprendizagem em diferentes situações formais e informais, que induzem a revisão e o aperfeiçoamento de seu pensamento, em atendimento às necessidades individuais e coletivas. Nesse entendimento, são consideradas suas condições de trabalho e culturas institucionais (DAY, 2001).

Somada a esses estudos, a homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), estabeleceu alterações curriculares na Educação Básica envolvendo sistemas de ensino público e privado, sendo uma das alterações, a inclusão da álgebra como Unidade Temática da Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, bem como, a abordagem do trabalho com tecnologias, citando, inclusive, a compreensão e a utilização de tecnologias digitais como uma das dez Competências Gerais da Educação Básica.

Passos e Nacarato (2018) consideram que a nova unidade temática álgebra, instituída pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017) é um grande desafio para professores dos Anos Iniciais. Os pesquisadores questionaram a formação inicial dos docentes, em que o conteúdo de álgebra não é contemplado, comprometendo o trabalho com “[...] processos de percepção de regularidades, a identificação de padrões e a compreensão da relação de equivalência” (PASSOS; NACARATO, 2018, p. 131) em sala de aula. Sobre a álgebra nos primeiros anos de escolaridade, afirmaram que:

[...] a introdução de contextos voltados ao pensamento algébrico desde o início da escolarização já faz parte dos currículos de muitos países, sendo trabalhado de forma gradativa, possibilitando que os alunos se apropriem dos objetos algébricos por meio da língua materna, avançando para a linguagem simbólica. No entanto, a

BNCC ao mudar a nomenclatura para álgebra, retira essa concepção de pensamento algébrico [...].(PASSOS; NACARATO, 2018, p. 130).

Compreendemos o tamanho do desafio explícito pelas pesquisadoras no que tange à formação de professores dos Anos Iniciais, no entanto, percebemos que os dizeres da BNCC (BRASIL, 2017) remetem à concepção do pensamento algébrico na unidade temática álgebra nos Anos Iniciais, como observado no excerto:

A unidade temática álgebra, por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas [...] Nessa perspectiva, é imprescindível que algumas dimensões do trabalho com a álgebra estejam presentes nos processos de ensino e aprendizagem desde o Ensino Fundamental – Anos Iniciais, como as ideias de regularidade, generalização de padrões e propriedades da igualdade. No entanto, nessa fase, não se propõe o uso de letras para expressar regularidades, por mais simples que sejam. (BRASIL, 2017, p. 268).

Branco (2013) defendeu a importância da álgebra nos Anos Iniciais citando alguns pesquisadores como Blanton e Kaput (2005), Carpenter, Franke e Levi (2003), Carraher e Schliemann (2007), Kaput (1999), Kieran (2004) e Lins e Kaput (2004). Em sua tese de doutorado, a pesquisadora argumentou que:

Esta perspectiva tem como objetivo proporcionar experiências de aprendizagem no início da escolaridade, recorrendo a contextos matemáticos e não matemáticos, que contribuam para uma aprendizagem com compreensão no estudo posterior formal da álgebra. (BRANCO, 2013, p. 13)

A pesquisadora complementa que na álgebra dos Anos Iniciais, a ênfase surge nos significados e na compreensão, sendo entendida como uma forma de pensar sobre situações matemáticas, deixando de ser um mero conjunto de técnicas, possibilitando o surgimento de situações visando uma compreensão mais profunda da matemática.

Nesse contexto de mudanças curriculares e necessidade de formação continuada dos professores que atuam nos Anos Iniciais, nosso objetivo foi analisar por meio da Engenharia didática, em que medida um curso de formação continuada para professores dos Anos Iniciais contribui para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico.

Estabelecemos como objetivos específicos:

- identificar os conhecimentos prévios dos professores dos Anos Iniciais sobre conteúdos algébricos;
- investigar as experiências anteriores do professor com tecnologias em sala de aula;
- investigar o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico durante o curso; e,
- analisar as contribuições do curso de formação continuada no desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico.

A pesquisa se desenvolveu por meio do Curso de Formação Continuada oferecido aos professores dos Anos Iniciais, de 32 horas distribuídas em oito sessões presenciais, ministrado pelo próprio pesquisador. O Curso fez parte das ações de formação da Diretoria de Ensino Campinas Leste, homologado pela Escola de Formação e Aperfeiçoamento de Professores da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. Foi concebido à luz da metodologia da Engenharia Didática e fundamentado nas ideias de Branco (2011, 2013) e Ponte (2009, 2013) sobre pensamento algébrico, nos estudos de Mishra e Koehler (2006) sobre o *TPACK* e nos estudos revistos no Capítulo 1.

Para nosso estudo, analisamos quatro sessões do curso, sendo elas a primeira, segunda, terceira e oitava sessões.

A metodologia da Engenharia Didática consiste de quatro etapas principais: estudos preliminares, análise a priori, experimentação e análise a posteriori (GUIMARÃES; BARLETTE; GUADAGNINI, 2015).

O presente texto está estruturado em quatro partes conforme a estrutura da Engenharia Didática: a primeira aborda os estudos preliminares contendo os capítulos da revisão de literatura e do referencial teórico, a segunda contém a metodologia de pesquisa, os procedimentos da pesquisa e a descrição da sequência didática, a terceira aborda as análises a priori e a posteriori das tarefas aplicadas nas sessões 2 e 3 da sequência didática e a quarta, as considerações finais.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA

Apresentamos neste capítulo a revisão de literatura dividida em dois temas: o primeiro diz respeito à formação de professores dos Anos Iniciais e professores de matemática para o uso de tecnologias e o segundo sobre a formação de professores e futuros professores dos Anos Iniciais para o trabalho com a álgebra.

A revisão de literatura abrangeu o período de 2013 a 2018, com base em pesquisas acessadas a partir da Biblioteca Digital da Unicamp, do Banco Nacional de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, da Biblioteca Eletrônica *Scientific Electronic Library Online* - SciELO, da Plataforma *Education Resources Information Center* - ERIC, da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD - e da Plataforma *Google Scholar*.

O período delimitado foi definido considerando-se o período de discussões acadêmicas sobre currículos e uso de tecnologias que antecederam a homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017).

O motivo pelo qual optamos em dividir este capítulo em dois subitens foi que ao lançar as palavras-chave alusivas à nossa pesquisa nas ferramentas virtuais de busca, ou seja, que contemplassem formação de professores de Anos Iniciais no âmbito da álgebra, mas que utilizassem o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* - *TPACK*, não obtivemos um número considerável de trabalhos na maioria das plataformas, sendo os que foram listados na *Google Scholar*, não eram concernentes a nossa busca, ou não eram produções que atendiam ao rigor científico.

Em relação às pesquisas sobre tecnologia e ensino da matemática, não encontramos estudos alusivos à formação de professores que abordassem especificamente a tecnologia e a álgebra juntas nos Anos Iniciais, o que reforça nossa justificativa em relação à necessidade de analisar formações que abordem esse tema, com base no modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* – *TPACK* – de Mishra e Koehler.

Ao inserirmos as palavras-chave *TPACK*, formação de professores, anos iniciais e álgebra, encontramos 68 resultados na *Google Scholar*, um resultado no banco da CAPES, sendo nas ferramentas da BDTD, ERIC, SBU e SciELO, nenhum resultado.

Optamos, portanto, em agrupar as palavras-chave em dois grupos. O primeiro que abrangesse a formação de professores dos Anos Iniciais e professores de matemática

envolvendo tecnologias (tecnologia, formação, professores, anos iniciais, matemática e formação continuada) e o segundo, que contemplasse a formação de professores e futuros professores dos Anos Iniciais para o ensino de álgebra (formação, professores, álgebra, anos iniciais, primeiro grau, *early algebra*, ciclo I, primário). Cada tema deste capítulo corresponde a um grupo de pesquisas encontradas nessa separação.

Formação de professores visando o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo

Para este subitem, utilizamos a combinação das seguintes palavras-chave: tecnologia, formação, professores, anos iniciais, matemática e formação continuada.

Neste estudo, buscamos pesquisas que investigassem formações continuadas de professores dos Anos Iniciais e de professores de matemática, prioritariamente voltadas para o uso de tecnologias nas aulas de matemática que utilizassem os conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos.

Encontramos inicialmente 39 resultados. Após a leitura do resumo e do sumário, concluímos que 13 pesquisas atendiam nossas expectativas, em especial ao nosso referencial teórico.

Grande parte das pesquisas foi desenvolvida em território nacional nas cinco regiões brasileiras, sendo apenas duas desenvolvidas em Braga, Portugal. Dentre elas, contabilizamos seis artigos, seis dissertações de mestrado e uma tese de doutorado.

Sintetizamos no Quadro 1 os resultados das pesquisas que selecionamos neste subitem:

Quadro 1: Síntese das pesquisas selecionadas no subitem Formação de professores visando o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo

| Autor(es)/Ano de publicação | Natureza | País |
|------------------------------------|-------------------------|-------------|
| NOGUEIRA; PESSOA; GALLEGO, 2015 | Artigo | Brasil |
| ABAR; ESQUINCALHA, 2017 | Artigo | Brasil |
| ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015 | Artigo | Brasil |
| COSTA; PRADO; KFOURI, 2017 | Artigo | Brasil |
| BARBOSA, 2014 | Dissertação de Mestrado | Portugal |
| BRITO, 2017 | Dissertação de Mestrado | Brasil |
| RIBEIRO, 2017 | Dissertação de Mestrado | Brasil |
| IDEM, 2017 | Dissertação de Mestrado | Brasil |
| PUPO, 2013 | Dissertação de Mestrado | Brasil |
| ALMEIDA, 2015 | Dissertação de Mestrado | Brasil |
| SAMPAIO, 2016 | Artigo | Portugal |
| NEVES; BITTAR, 2015 | Artigo | Brasil |
| VIEIRA, 2013 | Tese de Doutorado | Brasil |

Fonte: Autoria própria

Especificamos a seguir alguns aspectos oriundos de nossas análises. Organizamos as pesquisas com base na relação entre elas quanto à natureza das formações, os resultados dos estudos e os embasamentos teóricos utilizados, segundo a ordem: revisão de literatura em torno do modelo *TPACK* (NOGUEIRA; PESSOA; GALLEGO, 2015); curso de mestrado profissional, envolvendo duas professoras dos Anos Iniciais com identificação de lacunas na formação inicial (ABAR; ESQUINCALHA, 2017); curso de formação continuada oferecido pela universidade, cuja participante foi uma professora dos Anos Iniciais (ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015); curso de formação continuada oferecido a professores de matemática (COSTA; PRADO; KFOURI, 2017); curso de formação continuada a professores dos Anos Iniciais com a identificação de fatores que comprometeram o alcance dos objetivos da formação (BARBOSA, 2014); formação continuada no formato de oficinas, oferecida para professores de matemática, com a identificação de fatores que comprometeram o alcance dos objetivos da formação (BRITO, 2017); curso de formação continuada a professores dos Anos Iniciais com alcance dos

objetivos da formação (RIBEIRO, 2017); curso de extensão universitária em que participaram professores de matemática, voltado ao uso do *software GeoGebra*¹, com base no construcionismo (IDEM, 2017); formação continuada no formato de oficinas oferecida para professores de matemática, voltado ao uso do *software GeoGebra*, com base no construcionismo (PUPO, 2013); formação continuada no formato de oficinas oferecida para professores dos Anos Iniciais, voltado ao uso do *software GeoGebra* (ALMEIDA, 2015); formação continuada no formato de oficinas oferecida para professores de matemática, voltada ao uso da lousa digital, com análise das implicações da formação continuada em sua prática (SAMPAIO, 2016); formações na escola com acompanhamento da prática do professor de matemática voltada ao uso de *softwares*, com análise das implicações da formação continuada em sua prática (NEVES; BITTAR, 2015); formações na escola com acompanhamento da prática do professor dos Anos Iniciais voltada ao uso de *softwares*, com análise das implicações da formação continuada em sua prática (VIEIRA, 2013).

Nogueira, Pessoa e Gallego (2015) realizaram uma revisão da literatura em torno do *TPACK* com objetivo de elencar semelhanças e diferenças deste modelo no âmbito da formação continuada de professores em Portugal, Brasil e Espanha, no período de 2006 a 2015.

As pesquisadoras constataram que Portugal liderava o número de teses de doutorado com base no *TPACK*, enquanto no Brasil, eram as dissertações de mestrado. Já na Espanha, as investigações eram mais difundidas por artigos. Em relação ao tipo de estudo, as pesquisas com abordagem qualitativa foram as mais frequentes, sobretudo em Portugal e no Brasil. Na Espanha e em Portugal foi contabilizado um elevado número de ensaios teóricos e revisão de literatura, indicando uma tendência na divulgação do modelo e da sua aplicação em diversos domínios científicos, em particular da matemática.

Nogueira, Pessoa e Gallego (2015) constataram que na Espanha foram focados o perfil dos professores e suas competências em relação às Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC. Em Portugal, a preocupação centrou-se na análise das práticas docentes, já no Brasil, o maior enfoque foi nas concepções e atitudes dos professores em relação a este processo de integração das tecnologias.

As pesquisadoras concluíram que apesar dos estudos realizados nesses três países, a aplicação do modelo *TPACK* ainda era superficial, servindo mais para justificar a

¹ GeoGebra é um aplicativo gratuito de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria e álgebra. O programa permite realizar construções geométricas com a utilização de pontos, retas, segmentos de reta, polígonos etc, assim como permite inserir funções e alterar esses objetos dinamicamente.

necessidade de mudança de paradigmas do que para utilizar em ações ou programas de formação, que, mesmo identificados em alguns trabalhos, representavam a minoria. Saliaram ainda que se configurou um desafio para os três países a elaboração de propostas de formação continuada para professores de diferentes níveis visando a promoção e a validação de práticas pedagógicas digitais inovadoras e promotoras de uma educação voltada à integração digital.

Abar e Esquinca (2017) realizaram uma pesquisa com duas pedagogas que cursavam uma disciplina sobre Tecnologias em Educação Matemática em um curso de Mestrado Profissional em Educação Matemática, oferecido por uma universidade privada na cidade de São Paulo. A disciplina foi elaborada com base no modelo *TPACK*.

A investigação se deu pela observação das interações em fóruns da disciplina e pela análise dos registros dos diários postados no Moodle. O objetivo da pesquisa foi investigar o conhecimento dessas professoras sobre o uso das TIC no contexto da educação matemática. Para tanto, foi adotada uma abordagem qualitativa, em que os dados coletados foram categorizados segundo a necessidade do desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdo, pedagógico e tecnológico.

Os pesquisadores inferiram que as lacunas referentes a tais conhecimentos para o ensino da matemática eram oriundas dos cursos de Pedagogia e afirmaram que as professoras que participaram da pesquisa, manifestaram que as Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – são instrumentos essenciais no ensino de matemática nos tempos atuais. Diante disso, observaram que o modelo *TPACK*, se desenvolvido a partir da mobilização e intersecção dos conhecimentos de conteúdo, pedagógico e tecnológico, permitiria às professoras dos Anos Iniciais uma formação mais adequada e atual para o ensino da matemática. Também perceberam que uma formação continuada se revelava essencial para a melhoria das práticas das docentes, destacando as TIC como possíveis facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem em matemática.

Alcântara, Dullius e Carreira (2015) investigaram a trajetória de desenvolvimento de uma professora de Anos Iniciais na utilização de tecnologias em sua prática de sala de aula, para tanto, a acompanhou durante a realização de um curso de formação continuada para utilização de *tablets* nas aulas de matemática. O curso foi oferecido pelo Centro Universitário UNIVATES de Lajeado - RS e teve como proposta uma formação ancorada na prática, incluindo não apenas as sessões presenciais, mas também um período considerável de integração do conhecimento teórico à prática. A sequência didática da formação embasou-se no modelo *TPACK*.

A pesquisa teve abordagem qualitativa, caracterizada como um estudo de caso. Os procedimentos de coleta de dados foram entrevistas semiestruturadas, observação do participante, diário de bordo e recolha documental.

As pesquisadoras observaram que a participante desenvolveu conhecimentos tecnológicos no decorrer da formação, atribuindo-lhes relevância no trabalho com o *tablet*. Observaram também o desenvolvimento do conhecimento de conteúdos matemáticos, manifestado pela segurança em abordá-los no decorrer no curso. Diante disso, concluíram que o modelo do curso contribuiu de modo efetivo na consolidação da segurança da participante, tanto diante da disciplina, quanto na utilização dos *tablets* na sua prática.

Já Costa, Prado e Kfoury (2017), não obtiveram resultados majoritariamente positivos ao investigarem um processo de formação continuada de um grupo de professores de matemática da educação básica, voltado para o ensino de Geometria Espacial de Posição e que integrava a tecnologia. Para este estudo, foi feito um recorte com foco nas tarefas que utilizaram o *software Cabri 3D*².

A pesquisa teve como objetivo compreender como a execução e discussão de tarefas investigativas, desenvolvidas nesse processo de formação continuada, poderia impulsionar a construção dos conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos em nove participantes e a integração de tecnologia à prática docente. A pesquisa teve cunho qualitativo com análise interpretativa. A coleta de dados foi realizada por observação direta, gravação de áudio e vídeo das sessões e registros produzidos pelos professores.

Diante dos resultados, concluíram que as explorações e investigações com o *software* não foram suficientes, o uso do software por si só não é capaz de validar as conjecturas levantadas, o que para os pesquisadores confirma a importância da mediação de um professor ao longo do processo de exploração e de investigação.

Mesmo que as pesquisadoras tenham considerado o processo formativo como uma oportunidade para que os professores ressignificassem o conteúdo matemático na perspectiva do Conhecimento Tecnológico do Conteúdo do modelo *TPACK*, não observaram evidências do impulsionamento do Conhecimento Pedagógico, fato que atribuíram também ao tempo restrito de formação.

Em contrapartida, constataram que a formação propiciou aos professores a vivência de situações de aprendizagem investigativas, integrando os recursos tecnológicos, tanto para aprofundar a compreensão conceitual quanto para repensar o ensino e que os

² *Cabri 3D* é um *software* pago que permite construir todas as Figuras da geometria elementar que podem ser traçadas com a ajuda de uma régua e de um compasso.

participantes atribuíram sentido para sua própria aprendizagem reconhecendo que poderia ocorrer o mesmo com seus estudantes.

Concluíram que o processo de formação na perspectiva do *TPACK* voltado para a reconstrução da prática não é simples, tampouco ocorre de forma imediata.

Barbosa (2014) também pesquisou as implicações de uma mesma formação continuada na prática dos professores no que se refere ao uso de tecnologias. A pesquisa teve o intuito de investigar o impacto da formação continuada centrada no desenvolvimento de competências tecnológicas, na integração das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – no contexto educativo dos professores de Educação Infantil e Anos Iniciais. Para tanto, elaborou uma ação de formação com base no modelo *TPACK*. A formação se desenvolveu por meio de oficinas, integrando 25 horas presenciais e 25 horas a distância com uso do *Facebook*. As sessões presenciais foram desenvolvidas no Agrupamento de Escolas de Gualtar, na cidade de Braga, em Portugal.

A pesquisa foi qualitativa e a coleta de dados se deu por entrevistas semiestruturadas que foram gravadas e em seguida, transcritas. Os dados foram analisados com base na análise de conteúdo.

Os dados revelaram que a maioria dos professores participantes entendia o uso das tecnologias em sala de aula como mero auxiliar, devido à falta de experiência e hábito, mesmo que em suas declarações, os participantes tenham atribuído importância à formação, reconhecendo a função de lhes desenvolver novas competências, promovendo sua atualização e impactando na melhoria de suas práticas.

Diante disso, o pesquisador observou que os impactos positivos da formação foram reduzidos por um conjunto de fatores como a obrigatoriedade da formação continuada, que condicionou opções e motivações em relação aos professores; a abordagem teórica excessiva e; a ausência de ligação da formação à realidade da escola e às necessidades dos docentes.

Barbosa (2014) também identificou os fatores que mais contribuíram para a integração das TIC na prática docente, a saber: a disponibilidade de recursos tecnológicos nas escolas; formação continuada dos professores voltada ao desenvolvimento de competências tecnológicas e à promoção de autoconfiança; partilha de materiais e experiência entre pares com base nos impactos positivos e crenças favoráveis e; existência de suporte técnico.

Os estudos de Brito (2017) corroboraram os resultados de Barbosa (2014). Ao realizar sua pesquisa junto a um projeto de formação continuada no âmbito do Programa

Amazonas + Conectado, da Secretaria de Estado da Educação do Amazonas e destinado a professores de matemática, não obteve resultados positivos e apontou alguns fatores prejudiciais à integração das TIC à prática docente.

A pesquisa teve como objetivo investigar as percepções, possibilidades e desafios dos onze professores participantes do referido programa, numa abordagem qualitativa, em que os dados foram coletados por meio das notas de campo da pesquisadora, questionário e entrevistas semiestruturada aplicados aos participantes. A análise foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo.

A pesquisadora concluiu que o projeto de formação continuada no âmbito do Programa *Amazonas + Conectado* não proporcionou o desenvolvimento esperado aos participantes, visto que apenas um professor afirmou ter utilizado os instrumentos trabalhados na formação. Diante dos fatos, a pesquisadora concluiu que a falta de continuidade da formação, a ausência de suporte técnico, a ausência de tempo para preparar e utilizar as tecnologias digitais, a má qualidade da internet, o distanciamento entre teoria e prática durante as formações e a elaboração de formações que ignoram as reais necessidades dos professores no ambiente escolar, contribuíram para que os resultados positivos não fossem alcançados, corroborando os estudos de Barbosa (2014).

Ribeiro (2017) também realizou uma ação de formação semelhante à de Barbosa (2014) para sua pesquisa, porém obteve resultados positivos. Com objetivo de analisar os desafios e as potencialidades dos usos do *software* de autoria *Visual Class*³ para a formação continuada de professores que ensinam Matemática nos Anos Iniciais, realizou um curso com dez participantes, propiciando momentos de interação, reflexão, ressignificação de práticas e planejamento de publicação de experiências. As sessões presenciais somaram 40 horas, já os virtuais, ocorridos pelo *Facebook*, totalizaram 140 horas.

A metodologia adotada foi a da pesquisa-formação⁴. Os dados foram coletados a partir da observação dos participantes mediante relato escrito da pesquisadora, questionário *online*, fórum de discussão no *Facebook*, diário de bordo dos participantes no *Google Docs* e tarefas matemáticas construídas no *software* de autoria *Visual Class*.

³ *Visual Class* é um *software* pago homologado pelo Ministério da Educação - MEC no guia de tecnologias educacionais, é uma poderosa ferramenta que permite a criação de aulas interativas, palestras, projetos multimídia, livros eletrônicos, 14 tipos de exercícios, apresentações empresariais, sites e projetos autoexecutáveis.

⁴ Pesquisa que se desenvolve num espaço de formação e autoformação em que riscos, incertezas e imprevistos são contemplados sem prejuízos do rigor de fazer ciência.

A pesquisadora constatou que o *software* utilizado contribuiu para contextualizar o conteúdo matemático, desmistificar inseguranças relacionadas ao ensino e à aprendizagem da matemática, promover a reflexão da prática docente, fortalecer a autonomia na resolução de problemas considerados complexos, ampliar as informações obtidas pelo professor durante as aulas e o visualizar como um ótimo recurso para a compreensão da matemática pelos estudantes. Desta forma, a formação permitiu que as professoras colocassem em prática os Conhecimentos de Conteúdo e Pedagógico durante a construção e mobilização do Conhecimento Tecnológico.

Idem (2017) analisou conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos que emergiram durante o curso de extensão universitária “*GeoGebra* e performance matemática digital” e investigou os contextos em que eles ocorreram. A pesquisa se desenvolveu a partir de uma abordagem qualitativa, onde a pesquisadora também atuou como formadora. As tarefas contavam com investigações de tarefas sobre Geometria Plana e Geometria Espacial com uso do *software GeoGebra*, seguidas por discussões sobre a integração de tecnologias digitais no ensino.

Os dados foram coletados a partir de filmagens, gravação da tela do computador, registros dos participantes e entrevistas semiestruturadas. O curso foi oferecido pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, no campus de Rio Claro – SP, para licenciandos em matemática e professores.

A pesquisadora observou que o curso possibilitou a construção e a mobilização dos conhecimentos docentes que compõem o *TPACK*, ou seja, durante as tarefas foram observados indícios dos conhecimentos pedagógico, tecnológico e de conteúdo geométrico nos licenciandos. Foram observadas outras formas de conhecimento que não pertencem ao modelo, como conhecimentos sobre obstáculos impostos à integração das tecnologias ao ensino e sobre o papel do professor nesse cenário.

Em suas conclusões, Idem (2017) salientou que a articulação Construcionismo-Conhecimento docente se mostrou fundamental para a elaboração do curso e para a análise dos dados. A pesquisadora se baseou nos estudos sobre o construcionismo como uma perspectiva na educação com tecnologias digitais, considerando que o melhor aprendizado ocorre quando o indivíduo encontra por ele mesmo o conhecimento, como sujeito ativo no processo de aprendizagem e que em relação à formação de professores, tal perspectiva propiciou condições para o professor agir, refletir e depurar seu conhecimento referente a implementação do computador na sua prática de sala de aula.

Assim como Idem, Pupo (2013) realizou estudos com a utilização do *software GeoGebra* para formação de professores e baseou-se nos princípios do construcionismo no que tange a mediação do professor junto aos estudantes na utilização de tecnologias.

A formação continuada foi desenvolvida como oficina na Diretoria de Ensino Região Norte-2 em São Paulo. A oficina de Simetria Axial teve duração de cinco sessões presenciais quinzenais e contou com a participação de quinze professores de matemática. As tarefas consistiam na manipulação de objetos, retas, ponto e Figuras, observação de propriedades e realização de conjecturas visando novas compreensões sobre o conteúdo de matemática.

A pesquisa teve como objetivo verificar as potencialidades do *software GeoGebra* para o processo de ensino e aprendizagem de Simetria Axial. De natureza qualitativa, buscou integrar elementos da abordagem do *Design Experiment*⁵. A oficina foi desenvolvida de maneira dinâmica, interativa e cíclica, permitindo que o pesquisador reformulasse as tarefas a partir das resoluções apresentadas pelos professores participantes durante as sessões. Os instrumentos para coleta de dados foram questionários de perfil e diagnóstico e protocolos das tarefas de intervenção realizadas pelo pesquisador-formador.

Pupo (2013) observou que a tarefa de programação do *software GeoGebra* requereu a abstração do professor para antecipar o efeito de cada comando do *software*, evidenciando a intersecção entre o Conhecimento de Conteúdo e o Conhecimento Tecnológico neste tipo de tarefa. No entanto, mencionou que o Conhecimento Pedagógico não foi evidenciado devido a algumas fragilidades encontradas no decorrer da Oficina, que não foram citadas pelo pesquisador.

O pesquisador concluiu que os processos formativos precisariam ser elaborados com base em dinâmicas e estratégias que levassem os docentes a vivenciarem novas aprendizagens por meio das TIC, compreendendo suas potencialidades, pois desta forma, os professores poderiam reconstruir sua prática pedagógica.

Almeida (2015) realizou uma pesquisa semelhante atuando como formadora numa oficina de formação continuada com uso do *GeoGebra*, porém destinada a professores dos Anos Iniciais. A oficina “O *software GeoGebra* na formação continuada de professores no ensino e aprendizagem de quadriláteros” foi destinada aos docentes da Rede Municipal de Formigueiro – RS e ocorreu no laboratório de informática de uma escola da Rede com carga horária de oito horas.

⁵ Abordagem metodológica que possibilita o pesquisador assumir-se concomitantemente como pesquisador e formador no contexto de suas ações formativas.

De cunho qualitativo, a pesquisa contou com doze participantes e teve como objetivo compreender as possibilidades de contribuições das TIC, em particular do *software GeoGebra*, na organização e no desenvolvimento da prática docente dos professores do 1º ao 5º ano do ensino fundamental, no ensino e aprendizagem de quadriláteros. Os dados foram coletados em duas etapas. Na primeira, por meio de entrevista/questionário sobre as impressões dos professores acerca de tecnologias, ensino de geometria e políticas públicas de formação continuada oferecida aos docentes. Na segunda, através da observação da oficina pela pesquisadora, foram registrados os comportamentos e as condições físicas e sociais em que ocorreu o fenômeno pesquisado. Os dados da primeira etapa foram analisados de acordo com a análise de conteúdo.

Na primeira etapa, Almeida (2015) constatou que em geral, os professores trabalhavam com materiais concretos para o ensino de geometria. No entanto, as concepções dos participantes sobre quadriláteros eram insuficientes ou apresentavam lacunas conceituais que poderiam prejudicar o processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisadora considerou que a oficina de formação continuada possibilitou um espaço de discussão e reflexão crítica sobre a prática, proporcionando uma alternativa para o trabalho com quadriláteros por meio do *Geogebra*. Os professores conseguiram consolidar o aprendizado das propriedades mínimas dos quadriláteros notáveis e identificar suas principais características para definir cada tipo de quadrilátero.

Almeida (2015) concluiu que por meio da realização da oficina, as TIC, em particular o *GeoGebra*, podem contribuir de maneira efetiva para organização e desenvolvimento da prática docente, oferecendo técnicas alternativas que enriquecem o ensino de quadriláteros nos Anos Iniciais do ensino fundamental.

Sampaio (2016) também analisou uma ação de formação continuada realizada no formato de oficina e destinada a professores de matemática em Portugal, no entanto, ministrada por um formador recrutado. A participação foi por adesão voluntária sendo a formação elaborada com base nas sugestões do grupo de professores participantes.

A oficina, concebida à luz do *TPACK*, visou a produção de materiais para o contexto de sala de aula, a reflexão sobre práticas desenvolvidas e a partilha de experiências. Para tanto, abordaram conceitos tecnológicos acerca de um equipamento existente nas escolas dos participantes, no caso, a lousa digital e *softwares* destinados ao uso pedagógico.

A pesquisa teve como objetivo analisar o desenvolvimento profissional dos professores de matemática em relação à integração das TIC no processo de ensino e aprendizagem por meio do uso da lousa digital. A coleta de dados ocorreu por meio de três

questionários online em que os professores responderam anonimamente, sendo o primeiro aplicado ao término da formação, o segundo após nove meses e o terceiro, três anos depois. O questionário contou com seis questões de caráter pessoal, relativas ao perfil do participante, cinco questões fechadas e três questões abertas de resposta curta.

Sampaio (2016) constatou que no período entre a aplicação do primeiro questionário e o último, ocorreu uma evolução na integração das TIC na prática docente e aumentou a percepção de auto-eficácia dos professores sobre o grau de competência na utilização das TIC na sala de aula. O mesmo não ocorreu com as considerações dos participantes referentes à utilidade das oficinas para melhoria da prática letiva e aprendizagem dos estudantes, cuja avaliação se manteve a mesma ao serem questionados três anos depois. Os resultados também mostraram que os professores participantes consideraram importante a troca de ideias com os colegas, permitindo a partilha de experiências e promovendo a aquisição de práticas de cooperação.

Além disso, os dados revelaram o descontentamento dos professores em relação ao tempo para a preparação dos materiais digitais, que foi considerado demasiado; o alto custo dos equipamentos, impedindo que fossem instalados em todas as salas de aula das escolas e ainda, a falta de suporte técnico para a manutenção dos mesmos.

Neves e Bittar (2015), semelhante a Sampaio (2016), analisaram as implicações da formação continuada de um professor de matemática em sua prática docente. O objetivo da pesquisa foi analisar os fatores que poderiam desencadear a reflexão na prática pedagógica de um professor de matemática em formação continuada, no ensino de uma tarefa relacionada aos pontos notáveis de um triângulo, em um processo com integração de tecnologias.

Os dados foram coletados nas sessões realizadas com o professor em horário destinado à tarefa de planejamento e na observação de suas aulas, por meio de entrevistas semiestruturadas, questionário, gravação de áudio e vídeo e notas de campo.

O trabalho foi desenvolvido numa escola pública estadual de Campo Grande – MS, totalizando vinte e duas sessões. Foram realizadas leituras de textos, pesquisas em sites educacionais que disponibilizassem *softwares* e *applets*⁶ para uso pedagógico, preparação e discussão de tarefas para serem desenvolvidas com os estudantes.

As pesquisadoras concluíram que as dificuldades para integrar as tecnologias ao processo de ensino ultrapassaram as possibilidades no que diz respeito à prática do professor.

⁶ *Applet* é um *software*, em geral gratuito, que executa uma tarefa específica, dentro de outro *software* maior.

Ainda que o docente tenha sido favorável ao uso de tecnologias em suas aulas, a falta do apoio técnico para instalação de *softwares* nos computadores, a inacessibilidade dos equipamentos protegidos por senha, bem como, falhas técnicas que impediam o funcionamento das máquinas, desestimularam o uso do ambiente escolar informatizado para o processo de ensino. As pesquisadoras relataram ainda que o participante se queixou da falta de preparo para realizar tarefas com o *software GeoGebra*, evidenciando a necessidade de ampliar as formações aos professores para que experimentem novas tecnologias em atendimento as suas demandas pedagógicas.

Vieira (2013) também realizou uma pesquisa a partir de uma formação continuada desenvolvida na escola no formato de grupo de estudo e acompanhou as docentes dos Anos Iniciais em sala de aula. As tarefas do grupo foram mediadas pela pesquisadora e consistiram na exploração dos *softwares SketchUp*⁷, Régua e Compasso⁸ e *ConstruFig3D*⁹ e na elaboração de tarefas com a utilização dos mesmos para serem aplicadas a estudantes de sete a dez anos. A escolha dos aplicativos ocorreu com base nos conteúdos de geometria especificados no plano curricular da escola, mesmo diante da falta de experiência das professoras com tais aplicativos.

O objetivo foi analisar de que forma a participação em um grupo de estudos de professores favoreceria a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento para a prática docente.

De natureza qualitativa, a metodologia foi co-generativa¹⁰ e a coleta de dados ocorreu por meio de questionário, observação direta, fichas de reflexão das participantes, entrevista, diário de campo da pesquisadora, material produzido pelas participantes e gravação de áudio e vídeo das sessões e das aulas. A análise se deu pela triangulação dos dados.

Em suas conclusões, a pesquisadora mencionou que embora a pesquisa tivesse como foco o grupo de estudo, os dados analisados mostraram algumas características de um

⁷ *SketchUp* é um *software* pago, próprio para a criação de modelos em 3D no computador que possibilita a modelagem de estudos de formas e volumes tridimensionais.

⁸ Régua e Compasso é um aplicativo gratuito de geometria dinâmica plana. Possibilita construções dinâmicas e interativas em que o aluno pode testar suas conjecturas através de exemplos e contraexemplos gerados por ele.

⁹ *ConstruFig3D* é um *software* gratuito que permite a composição e visualização de Figuras espaciais a partir de Figuras planas selecionadas pelo aluno.

¹⁰ Caso particular de pesquisa-ação na qual ocorre colaboração entre pesquisadores e pesquisados, numa produção de conhecimento em conjunto, porém, a pesquisa co-generativa é centrada no contexto de atuação dos pesquisados, relacionando-se com a resolução de problemas reais da vida profissional dos envolvidos.

grupo colaborativo, pois se observou a ajuda mútua das professoras diante das dificuldades e o compartilhamento de ideias durante a elaboração das tarefas. Constatou que as participantes construíram e reconstruíram conceitos geométricos, se apropriaram de diferentes softwares para o ensino de geometria, refletiram sobre a prática, aprenderam coletivamente, planejaram, elaboraram e aplicaram tarefas com base nos conhecimentos construídos.

Também identificou que as docentes refletiram sobre as características dos softwares, denotando conhecimento da forma como os conceitos poderiam ser abordados nos aplicativos e de como cada um deles influenciariam na compreensão dos conceitos pelos estudantes, denotando o desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico do Conteúdo e do Conhecimento Pedagógico Tecnológico. Por fim, concluiu que a interação com os aplicativos possibilitou às professoras reconhecerem suas possibilidades e limitações, relacionando-os às práticas pedagógicas.

De acordo com os estudos levantados neste capítulo, observamos que seis formações foram ministradas pelos próprios pesquisadores (BARBOSA, 2014; RIBEIRO, 2017; PUPO, 2013; ALMEIDA, 2015; NEVES; BITTAR, 2015; VIEIRA, 2013). Nas demais, identificamos quatro elaboradas e oferecidas por universidades (ABAR; ESQUINCALHA, 2017; IDEM, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017), uma realizada por formador recrutado (SAMPAIO, 2016) e uma realizada por formadores do programa estadual (BRITO, 2017).

Sobre o tipo de análise de dados utilizado nas pesquisas, notamos que todas trabalharam numa abordagem qualitativa. Em relação aos instrumentos para coleta de dados, os registros e as produções dos participantes foram utilizados em nove pesquisas (ABAR; ESQUINCALHA, 2017; IDEM, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017; RIBEIRO, 2017; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; VIEIRA, 2013), a realização de entrevistas semiestruturadas e a aplicação de questionários foram observados em dez pesquisas (IDEM, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; RIBEIRO, 2017; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; SAMPAIO, 2016; ALMEIDA, 2015; NEVES; BITTAR, 2015; VIEIRA, 2013), observações do pesquisador, notas de campo e diário de bordo foram identificados em seis estudos (ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017; RIBEIRO, 2017; ALMEIDA, 2015; NEVES; BITTAR, 2015; VIEIRA, 2013), já em quatro pesquisas, foram utilizadas gravações de áudio e vídeo da prática do professor (IDEM, 2017; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017; NEVES; BITTAR, 2015; VIEIRA, 2013).

Sobre a análise de dados, observamos que três pesquisas (BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; ALMEIDA, 2015) utilizaram a análise de conteúdo e uma pesquisa (VIEIRA, 2013) se baseou na triangulação de dados. O conceito de construcionismo foi utilizado em dois estudos (IDEM, 2017; PUPO, 2013), já os conceitos sobre formação de professores num contexto de colaboração, baseou uma das pesquisas (NEVES; BITTAR, 2015). Referente às metodologias, destacamos a pesquisa-formação utilizada por Ribeiro (2017), o *Design Experiment* realizado por Pupo (2013) e a co-generativa utilizada por Vieira (2013).

Os trabalhos apresentados neste subitem contribuíram para nossa pesquisa no que diz respeito à metodologia e à formação de professores para o uso das tecnologias.

Em relação à formação, observamos na pesquisa de Nogueira, Pessoa e Gallego (2015) os desafios de Espanha, Portugal e Brasil, para a elaboração de formações continuadas aos professores que visaram à integração digital no âmbito do *TPACK*, o que reforça a importância de nossa pesquisa para o mestrado profissional.

Consideramos ainda, alguns aspectos para a elaboração da nossa formação, a saber:

- É possível que os professores apresentem lacunas em relação aos conteúdos matemáticos. Dessa forma, o trabalho de formação precisará articular conteúdo, pedagogia e tecnologia, como concluíram Abar e Esquincalha (2017), para que o conhecimento de conteúdo não seja o maior desafio, mas desenvolvido de modo a oferecer segurança em abordá-lo no decorrer da formação, como descrito na pesquisa de Alcântara, Dullius e Carreira (2015);
- A importância de se considerar que o uso de um software específico, por si só, não é capaz de validar conjecturas levantadas nas tarefas, evidenciando a importância da mediação do formador durante o processo de exploração, como apontou Costa, Prado e Kfourri (2017);
- A adesão espontânea do professor à formação, pois do contrário, poderá implicar na desmotivação dos participantes, como concluiu Barbosa (2014);
- A articulação da teoria e da prática, pois é possível que a ausência de ligação da formação com a realidade não resulte no desenvolvimento esperado dos professores (BARBOSA, 2014; BRITO, 2017). Desta forma, permitir que coloquem em prática os conhecimentos de conteúdo e pedagógico durante a construção e a mobilização do conhecimento tecnológico (RIBEIRO, 2017);

- O uso de recursos tecnológicos que estejam acessíveis aos participantes, nas escolas onde lecionam (BARBOSA, 2014), de modo que não exijam investimento para a instalação de novos equipamentos e consequentemente, custos para suporte técnico (SAMPAIO, 2016);
- A elaboração de tarefas que coloquem o participante numa posição ativa no processo de aprendizagem, para que possam agir, refletir e sistematizar seus conhecimentos com vistas à utilização do computador em sua prática (IDEM, 2017), por meio de estratégias que levem os professores a vivenciarem novas aprendizagens utilizando as TIC e compreendendo suas potencialidades (PUPO, 2013);
- A garantia de um momento na formação para a discussão e reflexão sobre a prática (ALMEIDA, 2015);
- A formação ministrada pelo próprio pesquisador (BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; ALMEIDA, 2015; SAMPAIO, 2016).

Quanto aos aspectos metodológicos explícitos neste subitem, consideramos para nossa pesquisa a abordagem qualitativa, presente em todos os trabalhos e a coleta de dados por meio dos registros e produções dos participantes (ABAR; ESQUINCALHA, 2017; IDEM, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017; RIBEIRO, 2017; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; VIEIRA, 2013).

O próximo subitem reúne os trabalhos da segunda parte da revisão de literatura, o qual tem como foco a formação de professores para o trabalho com álgebra.

Formação e conhecimento dos professores, referente ao ensino de álgebra

Apresentamos neste subitem a revisão de literatura em torno da formação de professores e futuros professores dos Anos Iniciais para o trabalho com a álgebra e as investigações de seus conhecimentos para esse trabalho. As pesquisas foram publicadas entre 2013 e 2018. Consultamos a Biblioteca Digital da Unicamp, o Banco Nacional de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, a Biblioteca Eletrônica *Scientific Electronic Library Online* - SciELO, a Plataforma *Education Resources Information Center* - ERIC, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD - e a Plataforma *Google Scholar*.

Utilizamos as palavras-chave e combinações: formação, professores, álgebra, anos iniciais, primeiro grau, *early*, ciclo I, primário.

Encontramos inicialmente vinte e sete resultados, nove deles atendiam aos parâmetros previamente definidos para nossa revisão. Dentre eles, sete foram pesquisas realizadas em território nacional, e duas pesquisas realizadas em Portugal.

Sintetizamos no Quadro 2 os resultados das pesquisas que selecionamos neste subitem:

Quadro 2: Síntese das pesquisas selecionadas no subitem Formação e conhecimento dos professores referente ao ensino de Álgebra

| Autor(es)/Ano de publicação | Natureza | País |
|---------------------------------------|-------------------|-------------|
| BRANCO, 2013 | Tese de Doutorado | Portugal |
| ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018 | Artigo | Brasil |
| BALDIN, 2018 | Artigo | Brasil |
| LITOLDO; RIBEIRO; MELLONE, 2018 | Artigo | Brasil |
| TRIVILIN; RIBEIRO, 2015 | Artigo | Brasil |
| REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018 | Artigo | Brasil |
| PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013 | Artigo | Portugal |
| FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017 | Artigo | Brasil |
| FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018 | Artigo | Brasil |

Fonte: Autoria própria

Os trabalhos foram organizados na ordem crescente de aproximação da formação de professores atuantes nos Anos Iniciais do ensino fundamental visando o trabalho com o pensamento algébrico. Com isso, organizamos da seguinte forma: intervenções nos cursos de pedagogia por meio de disciplina ministrada aos futuros professores (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018), pesquisa realizada por análise documental de livro didático, em que foi observada a formação próxima ao autodidatismo dos professores por meio do estudo do material (BALDIN, 2018), investigação dos conhecimentos de formadores de professores em relação à álgebra (LITOLDO; RIBEIRO; MELLONE, 2018), investigação dos conhecimentos docentes para o ensino de álgebra nos Anos Iniciais

(TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018), formação continuada de professores dos Anos Iniciais (PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018).

Branco (2013) atuou como professora e investigadora numa experiência de formação em álgebra oferecida no primeiro semestre do terceiro ano da licenciatura em Educação Básica em Portugal.

As tarefas desenvolvidas na disciplina contemplaram a articulação de conteúdo e pedagogia com vistas ao trabalho em sala de aula por meio de tarefas exploratórias. A intenção da pesquisadora em relação à disciplina ministrada era de que os formandos avançassem na capacidade de generalizar e de expressar a generalização.

Os objetivos da pesquisa foram compreender o desenvolvimento do pensamento algébrico dos futuros professores com base no conhecimento da didática da matemática dos Anos Iniciais e analisar o desenvolvimento da identidade profissional em relação a essa experiência na formação inicial.

A metodologia utilizada foi a *design research*¹¹ na modalidade de experiência de ensino. Os dados foram coletados a partir dos questionários inicial e final, constituídos por tarefas matemáticas que abrangeram tópicos da álgebra, descrição e interpretação de situações algébricas, de três entrevistas individuais realizadas em diferentes momentos do semestre registradas em áudio e vídeo e dos documentos que continham os registros dos participantes na resolução das tarefas e trabalhos extraclasse sobre o tema.

A análise dos dados foi de cunho interpretativo. A pesquisadora se utilizou da dedução e da indução para análise de conteúdo e de discurso.

Os resultados da pesquisa apontaram que as participantes evoluíram em relação ao conhecimento algébrico no decorrer da formação, permitindo discussões mais substanciais a cada avanço de etapa no processo. Foi notório o desenvolvimento do conhecimento sobre estratégias didáticas para a promoção do pensamento algébrico nos Anos Iniciais por parte das formandas.

Em relação ao desenvolvimento da identidade profissional, observou-se aspectos dessa identidade fortemente ligada às observações das aulas pelas participantes e às experiências das mesmas como alunas na escola básica.

¹¹ *Design research* é uma metodologia de pesquisa em que o pesquisador também atua como formador. Consiste na elaboração prévia de procedimentos e materiais não definidos na sua totalidade, pois podem ser reformulados no decorrer do processo de formação.

Abreu, Megid e Almeida (2018) com o objetivo de investigar em que medida as tarefas com potencial para um trabalho com noções algébricas nos Anos Iniciais do ensino fundamental poderiam permitir a ressignificação das compreensões deste tema por futuras professoras, promoveram e participaram de discussões nas aulas do curso de pedagogia numa universidade do interior paulista na disciplina “Matemática A” ofertada no primeiro semestre de 2017.

As tarefas da disciplina contemplaram a elaboração de materiais pedagógicos, investigação de recursos didáticos e escrita de narrativas de aprendizagem.

As pesquisadoras adotaram como metodologia a narrativa sob a perspectiva qualitativa e interpretativa. Os dados foram coletados a partir das respostas dos formandos diante das tarefas, das narrativas reflexivas sobre a realização das tarefas e das observações da formadora pesquisadora compiladas num diário de bordo. A análise ocorreu sobre as narrativas produzidas pela pesquisadora.

O estudo revelou a importância da socialização de ideias nas discussões matemáticas que poderiam levar os participantes a reflexões nunca realizadas antes por eles. Neste caso, o compartilhamento por meio da oralidade contribuiu para o avanço dos participantes em relação ao repertório de ferramentas matemáticas e modelos mentais para a resolução de problemas. O modelo de trabalho adotado, em que as tarefas instigaram os formandos na elaboração das próprias proposições e na previsão de resultados, evidenciou a necessidade da realização de registros próprios como suporte na resolução de problemas.

Os resultados também explicitaram a necessidade da promoção de formações inicial e continuada com essas características, para que professores ou futuros professores construam os conhecimentos necessários para o trabalho com a matemática junto às crianças.

Baldin (2018) analisou uma sequência de tarefas algébricas de uma coleção de livros didáticos de Singapura. O objetivo do estudo foi discutir sob a ótica da formação de professores dos Anos Iniciais a evolução do pensamento algébrico que poderia ser trabalhada por meio do modelo pictórico da matemática em Singapura e dos Estados Unidos. A pesquisa foi de cunho qualitativo e ocorreu por meio da análise documental.

A pesquisadora concluiu que por meio de um olhar atento sobre o significado e o papel das tarefas, bem como seu fluxo no decorrer do currículo, os professores dos Anos Iniciais compreenderiam como promover o desenvolvimento do pensamento algébrico. Afirmou ainda que tal compreensão poderia ocorrer de maneira confortável e coerente com os conteúdos do currículo, atendendo ao desenvolvimento das competências esperadas.

Litoldo, Ribeiro e Mellone (2018), com objetivo de estudar os entendimentos preliminares de formadores de professores que ensinam matemática no âmbito da aritmética, álgebra e pensamento algébrico, realizaram entrevista individual semiestruturada com duas formadoras.

As entrevistas foram compostas por perguntas sobre aritmética, álgebra e pensamento algébrico e suas inter-relações, foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas em sua totalidade.

O estudo evidenciou que as formadoras possuíam conhecimentos sobre aritmética e álgebra escolar, determinando suas diferenças. O mesmo não ocorreu em relação aos conhecimentos acerca do pensamento algébrico que denotou fragilidades. As participantes não apresentaram explicitamente as diferenças entre álgebra e pensamento algébrico.

Os pesquisadores concluíram que é de extrema importância discussões que visam o aprofundamento sobre o pensamento algébrico, principalmente após a inserção da unidade temática álgebra desde os primeiros anos do ensino fundamental a partir da homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), o que demanda por parte dos formadores de professores um conhecimento matemático acerca desse tema.

Trivilin e Ribeiro (2015) realizaram uma investigação com dez professores dos Anos Iniciais junto aos materiais que utilizavam para o trabalho com igualdade nos primeiros anos de escolaridade na rede municipal de ensino de São Paulo. O objetivo da pesquisa foi estudar os conhecimentos dos professores para ensinar os diferentes significados do sinal de igualdade nos Anos Iniciais do ensino fundamental.

A triangulação dos dados que obtiveram por meio de análise documental dos materiais de apoio pedagógico da rede de ensino, análise das respostas aos questionários e dos protocolos produzidos durante uma dinâmica de interação coletivo que nomearam como roda de conversa produziu resultados que evidenciaram que os conhecimentos dos professores acerca dos diferentes significados do sinal de igualdade eram heterogêneos e limitados. Alguns participantes identificaram o sentido operacional e de equivalência e outros sequer compreenderam o objetivo da tarefa a ser aplicada aos estudantes.

Também foram evidenciados nos resultados a incompreensão sobre as intencionalidades para o agrupamento de alunos na realização de tarefas, o desconhecimento do currículo da rede de ensino onde atuavam e lacunas na formação inicial e continuada dos participantes. Essas evidências fizeram com que os pesquisadores concluíssem que no planejamento das formações continuadas, o conhecimento de conteúdo específico, o

conhecimento pedagógico de conteúdo e o conhecimento curricular deveriam ser abordados de forma integrada numa base de conhecimento com diversos pontos de conexão.

Com objetivo de investigar a prática dos professores dos Anos Iniciais em relação ao trabalho com a pré-álgebra na resolução de problemas na sala de aula, Rehfeldt, Quartieri e Giongo (2018) investigaram cinquenta docentes de Anos Iniciais por meio de uma intervenção que abrangeu estudos de referenciais teóricos e de diferentes concepções de álgebra, discussão e compreensão de diferentes concepções de álgebra, planejamento de sequências de ensino contemplando as concepções, elaboração de tarefas, preparo de materiais e análise das sequências produzidas visando encontrar lacunas. Os pesquisadores realizaram o estudo nas escolas dos professores participantes.

Os dados foram coletados a partir de diário de bordo, fotografias e materiais escritos pelos docentes durante as tarefas.

O estudo revelou que as estratégias utilizadas pelos professores nas situações-problema remeteram à ideia de que não há algoritmo que possa ser predefinido na resolução de alguns problemas algébricos, o que evidenciou a necessidade de construir esses algoritmos por meio das explorações. As diferentes possibilidades de resolução dos professores indicaram que situações algébricas poderiam ser exploradas nos primeiros anos de escolaridades do ensino fundamental, mas que a exploração dessas sem a apropriação de conceitos algébricos comprometeria o gosto pela matemática por parte dos estudantes, pois atrapalhariam a maneira tranquila da passagem do pensamento aritmético para o pensamento algébrico.

Em nosso entender, esses resultados evidenciam a necessidade de propiciar mais conhecimento matemático para os professores dos anos iniciais, pois todos os elementos da Álgebra estão presentes na Aritmética.

Ponte, Pereira, Quaresma e Velez (2013) com objetivo de analisar as mudanças que os professores declararam ter sentido em suas perspectivas de ensino em relação à formação que participaram, realizaram a pesquisa no contexto desta formação que se desenvolveu no formato de oficina a pedido de um centro de formação de professores próximo de Lisboa, Portugal. Participaram do estudo dezenove professores que atuavam nos primeiros anos da escola básica pública com mais de seis anos de experiência profissional.

A oficina com carga horária de vinte e cinco horas ocorreu de janeiro a maio de 2013, com sessões quinzenais sendo sete sessões de três horas e uma de quatro horas. As tarefas contemplaram produção, experimentação e reflexão coletiva sobre o uso de tarefas matemáticas na sala de aula e contou com momentos de discussão de orientações

curriculares, conceitos, processos matemáticos e problemáticas de cunho didático, envolvendo tópicos do pensamento algébrico como sequências e proporcionalidade.

O estudo teve características de investigação no contexto de formação numa abordagem de observação participante. Os dados foram coletados por meio de diário de bordo, um questionário com cinco questões abertas sobre percepções acerca dos aspectos da formação e entrevistas semiestruturadas.

Os pesquisadores concluíram que os objetivos da formação foram atingidos por conta da ênfase exploratória das tarefas trabalhadas, o que permitiu projeções para o trabalho na sala de aula por parte dos professores. Os participantes afirmaram que houve modificação de suas práticas a partir da formação, pois permitiu um novo olhar em relação às capacidades dos alunos a partir da prática do ensino exploratório.

Ferreira, Ribeiro e Ribeiro (2017) realizaram um estudo a partir de uma formação continuada de trinta e duas horas destinada a professores de Anos Iniciais. Os pesquisadores atuaram como formadores.

Participaram da pesquisa catorze professores dos Anos Iniciais. O objetivo foi debater o conhecimento matemático revelado por esses professores ao discutirem tarefas com potencial algébrico na segunda sessão da formação. A abordagem metodológica foi qualitativa de cunho interpretativo e os dados foram obtidos a partir das respostas dos participantes nas tarefas propostas e gravações de áudio e vídeo.

As tarefas foram divididas em duas partes, a primeira abrangendo as propriedades das operações por meio de quatro expressões numéricas e na segunda, foram fornecidas respostas de alunos de quinto ano à mesma tarefa realizada anteriormente pelos professores participantes.

Os resultados indicaram que os professores possuíam algumas limitações em relação ao pensamento algébrico associado a um conhecimento matemático para ensinar. Dessa forma, os pesquisadores apontaram a necessidade de aprofundamento de estudos com intuito de ampliar o conhecimento matemático dos professores na integração entre álgebra e aritmética desde os Anos Iniciais.

Ferreira, Ribeiro e Ribeiro (2018), investigaram o conhecimento profissional do professor em relação ao conhecimento de conteúdo e ao conhecimento didático de conteúdo acerca do pensamento algébrico. A pesquisa se desenvolveu através de um curso de extensão chamado “Matemática nos Anos Iniciais e o desenvolvimento do pensamento algébrico”. As formações foram realizadas pelos integrantes do projeto de pesquisa “Conhecimento matemático para o ensino de álgebra: uma abordagem baseada em perfis conceituais”. Os

participantes foram professores que atuavam nos Anos Iniciais do ensino fundamental em escolas públicas e privadas.

O objetivo da pesquisa foi identificar a compreensão de professores dos Anos Iniciais sobre os significados do pensamento algébrico e em que medida reconheciam os elementos que o constituem. O estudo teve uma abordagem qualitativa de cunho interpretativo. Os dados foram coletados a partir das tarefas realizadas pelos professores cursistas onde se utilizou das respostas escritas, gravações de áudio e vídeo.

Os pesquisadores estabeleceram duas categorias para analisar os dados. A primeira considerou as referências que os professores fizeram ao seu próprio papel em relação à condução docente (conhecimento pedagógico de conteúdo) e a segunda considerou os elementos matemáticos que constituem o pensamento algébrico (conhecimento de conteúdo).

O estudo evidenciou que em relação ao pensamento algébrico, os professores expressaram mais conhecimento sobre o saber fazer em comparação ao conhecimento do conteúdo a ser ensinado. Os resultados também mostraram que embora os participantes reconhecessem elementos do pensamento algébrico, havia uma necessidade emergente de ações de formação que contemplassem o conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico de conteúdo para o trabalho com esse tema nos Anos Iniciais do ensino fundamental.

De acordo com os estudos levantados neste subitem, em 6 pesquisas os pesquisadores atuaram como professores ou formadores (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018).

Em 4 pesquisas foi possível observar a preocupação com o conhecimento dos professores ou futuros professores (TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO ; RIBEIRO, 2018), sendo que 2 pesquisas especificaram dois tipos de conhecimento, sendo eles conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico de conteúdo (FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO ; RIBEIRO, 2018). Uma das pesquisas focou no conhecimento especializado do professor de matemática, no entanto, os participantes foram formadores de professores (LITOLDO; RIBEIRO; MELLONE, 2018).

Em relação à análise de dados notamos que todas trabalharam numa abordagem qualitativa, sendo que em 3 pesquisas a coleta ocorreu por diário de bordo do pesquisador (ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013), 3 utilizaram entrevistas (BRANCO, 2013; LITOLDO; RIBEIRO; MELLONE, 2018; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013), 6 pesquisas utilizaram registros dos participantes oriundos da resolução das tarefas (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO ; RIBEIRO, 2018) e 3 pesquisas usaram questionários (BRANCO, 2013; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013).

Sobre a dinâmica das formações, 3 delas trabalharam com tarefas exploratórias (BRANCO, 2013; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013), 4 trabalharam com tarefas que poderiam ser replicadas ou já eram utilizadas em sala de aula (BRANCO, 2013; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO ; RIBEIRO, 2018) e 4 com discussões acerca de questões didáticas (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013).

A partir dos dados levantados neste subitem da revisão de literatura, selecionamos alguns aspectos que norteiam nossa pesquisa no que tange a:

- Atuação do pesquisador como formador (BRANCO, 2013; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017);
- Pesquisa realizada com base num curso de extensão oferecido aos professores (FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018);
- Formação como foco na articulação de conteúdo e pedagogia, conteúdo, pedagogia e currículo, conhecimento pedagógico de conteúdo, conhecimento matemático para ensinar (BRANCO, 2013; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018);
- Formação que contemple reflexões sobre a prática (PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013);

- Uso de tarefas exploratórias na formação (BRANCO, 2013; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018);
- Questionários como técnica de coleta de dados (BRANCO; 2013, TRIVILIN; RIBEIRO, 2015);
- Coleta de dados a partir dos registros dos participantes durante a realização das tarefas (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018).

Em nossas análises a partir da revisão de literatura entre os anos de 2013 e 2018, no que se referem à formação de professores visando o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo e à formação e conhecimento dos professores referente ao ensino de álgebra, selecionamos alguns aspectos que utilizamos em nossa pesquisa no que tange à concepção da formação e à metodologia.

Ministramos a formação para os professores dos Anos Iniciais (BRANCO, 2013; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; ALMEIDA, 2015; SAMPAIO, 2016), no formato de curso de extensão (FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018) de modo que eles puderam se inscrever e participar de forma voluntária (BARBOSA, 2014).

As estratégias de formação que utilizamos foram voltadas à participação ativa do professor na mobilização e na construção de conhecimentos, momentos de reflexão e discussão sobre a prática no que tange ao uso de tecnologias (IDEM, 2017; PUPO, 2013; ALMEIDA, 2015; PONTE; PEREIRA; QUARESMA; VELEZ, 2013; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017).

Em relação aos recursos tecnológicos, propomos aqueles que eram mais acessíveis aos participantes nas escolas que atuam como professores (BARBOSA, 2014; SAMPAIO, 2016).

Esperávamos que os participantes apresentassem algumas dificuldades em relação ao conteúdo de álgebra, portanto, estruturamos a formação na construção e na articulação dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo de maneira integrada (ABAR; ESQUINCALHA, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; RIBEIRO, 2017; BRANCO, 2013; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018) por meio de tarefas exploratórias

(BRANCO, 2013; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018) mediadas pelo formador (COSTA; PRADO; KFOURI, 2017).

Em relação aos aspectos metodológicos, nossa pesquisa teve abordagem qualitativa (ABAR; ESQUINCALHA, 2017; IDEM, 2017; ALCÂNTARA; DULLIUS; CARREIRA, 2015; COSTA; PRADO; KFOURI, 2017; RIBEIRO, 2017; BARBOSA, 2014; BRITO, 2017; PUPO, 2013; VIEIRA, 2013) e nossa coleta de dados ocorreu por meio de questionários (BRANCO; 2013, TRIVILIN; RIBEIRO, 2015) e tomada dos registros produzidos pelos participantes durante a realização das tarefas (BRANCO, 2013; ABREU; MEGID; ALMEIDA, 2018; TRIVILIN; RIBEIRO, 2015; REHFELDT; QUARTIERI; GIONGO, 2018; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2017; FERREIRA; RIBEIRO; RIBEIRO, 2018).

No próximo capítulo trataremos do Referencial Teórico que embasa nossa pesquisa no que se refere aos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo e a intersecção desses conhecimentos. Ainda, abordaremos aspectos teóricos da álgebra e do Pensamento Algébrico, bem como a formação de professores na articulação desse conteúdo às tecnologias.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresentamos o referencial teórico que está dividido em dois temas.

O primeiro tema se refere ao pensamento algébrico nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em que nos embasaremos nos estudos de Ponte, Branco e Matos (2009), Branco e Ponte (2011) e Branco (2013). Nele abordaremos o ensino da álgebra e suas vertentes, o pensamento algébrico e suas abordagens e a formação de professores para o trabalho com o pensamento algébrico nos Anos Iniciais do ensino fundamental.

No segundo tema discutiremos os tipos de conhecimento dos professores abrangendo o conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico, com abordagens que envolvem a análise de cada conhecimento isoladamente, da intersecção entre pares e da intersecção de todos formando o *Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK* que significa Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo. A discussão desse tema se embasará nos estudos de Mishra e Koehler (2006).

O ensino da Álgebra

Muito se tem discutido a respeito do ensino da Álgebra na Educação Básica. Inúmeras pesquisas remetem ao tema nos últimos anos, abordando suas vertentes e investigando processos de ensino e aprendizagem, bem como formação inicial e continuada de professores.

Ponte, Branco e Matos (2009, p. 28) apontam como uma das abordagens da álgebra a generalização da aritmética, no que se refere às propriedades de suas operações. Citam ainda que:

[...] devem ser reconhecidas em casos particulares e, progressivamente, generalizadas [...] A identificação destas propriedades e a sua generalização desde os primeiros anos de escolaridade constituem uma base importante para o pensamento algébrico.

Além dessa abordagem, os autores discutem sobre três vertentes do ensino da álgebra, cada qual com sua concepção de ensino e aprendizagem, sendo a terceira, a que preconiza o desenvolvimento do pensamento algébrico desde os primeiros anos de escolaridade.

A vertente letrista (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009) corresponde à redução da álgebra ao aspecto simbólico. Trata-se de uma visão reduzida, pois nela, o objetivo é a

manipulação de símbolos por meio do treino e da prática. As tentativas de melhoria do ensino por meio desta vertente conservam o objetivo da manipulação dos símbolos por treino e pela prática, no entanto, acrescentam apoios intuitivos (modelos analógicos), geométricos (Figuras e objetos) e físicos (balança etc).

Tal abordagem concebe a álgebra como um instrumento técnico para a resolução de problemas que está acima da aritmética. Desta forma, enfatiza as regras sintáticas para a transformação de expressões, com a premissa de que, se o aluno as dominar, poderá aplicá-las às situações concretas. Tais tarefas são nomeadas como transformismo algébrico (FIORENTINI; MIORIN; MIGUEL, 1993 *apud* PONTE; BRANCO; MATOS, 2009).

Nesta visão, para Ponte, Branco e Matos (2009) as situações significativas têm um papel secundário, sendo utilizadas para simples ilustrações ou aplicações, o que difere das concepções de ensino de álgebra atuais.

Na vertente estruturalista são priorizadas as estruturas algébricas abstratas, envolvendo propriedades das operações numéricas e transformações geométricas. Como na vertente letrista, as situações significativas permanecem em segundo plano, pois na abordagem das expressões algébricas e equações, a atenção é voltada às propriedades estruturais com o objetivo de fundamentar e justificar as transformações que serão efetuadas (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009)

Em relação às duas vertentes, é possível concluir que:

Nas duas [...] correntes, esta tarefa traduz-se essencialmente na resolução de exercícios e eventualmente, alguns problemas. O que varia é o foco das tarefas propostas – expressões, equações e funções, no primeiro caso, conjuntos, grupos, espaços vectoriais, no segundo. (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009, p. 15)

Segundo Ponte, Branco e Matos (2009) a terceira vertente aproveita as contribuições das vertentes letrista e estruturalista, no entanto, procura ultrapassar suas limitações, concebendo a álgebra sob um ponto de vista mais amplo e atribuindo valor ao pensamento algébrico numa perspectiva curricular transversal.

Nesse sentido, esta vertente prioriza a valorização: da linguagem algébrica como representação de ideias, deixando de ser um conjunto de regras de expressões simbólicas; da instrumentalização da álgebra sem restringi-la apenas à resolução de problemas que lhe é própria; do trabalho com símbolos que levem os estudantes às generalizações, percepção de regularidades e estabelecimento de relações entre variáveis.

Sobre a transversalidade do pensamento algébrico da terceira vertente, Kaput e Blanton como citados por Ponte, Branco e Matos (2009), dissertam que a orientação curricular deve:

Promover hábitos de pensamento e de representação em que se procure a generalização, sempre que possível; Tratar os números e as operações algebricamente – prestar atenção às relações existentes (e não só aos valores numéricos em si) como objetos formais para o pensamento algébrico; Promover o estudo de padrões e regularidades, a partir do 1.º ciclo. (p. 14-15)

O trabalho nesta vertente inicia-se com situações matemáticas extras para construção de modelos e exploração das relações, ou seja, tais situações extrapolam a função de simples ilustrações ou aplicações, pois se tornam a base para que os estudantes construam representações e modelos que descrevem fenômenos e situações.

As tarefas são de cunho exploratório ou investigativo e são empregadas em diversos contextos. Com isso, por meio do trabalho com sequências e regularidades, padrões geométricos e relações numéricas, esta vertente propicia o desenvolvimento do pensamento algébrico desde os Anos Iniciais.

O Pensamento Algébrico

O pensamento algébrico é caracterizado pela ideia central da generalização, em que a atenção não está voltada somente para os objetos em si, mas para as relações entre eles, que são raciocinadas e representadas de maneira geral e abstrata. O pensamento algébrico manifesta-se pela generalização construída por meio de conjecturas e argumentos, com base na aritmética, geometria e em situações de modelação matemática ou em outro conceito matemático desenvolvido desde os Anos Iniciais.

Branco (2013, p. 14) afirma que a generalização é o ponto central do pensamento algébrico, sendo uma de suas características e o caminho para seu desenvolvimento. A generalização é considerada como a afirmação de uma verdade geral sobre um conjunto de dados matemáticos, ou seja, uma generalização de ideias matemáticas sustentada em análises de regularidades, estruturas e relações entre situações.

O trabalho com as regularidades através de um conjunto de objetos torna-se relevante para seu desenvolvimento desde os primeiros anos de escolaridade.

Ponte, Branco e Matos (2009) argumentam que o pensamento algébrico inclui três abordagens: representar, raciocinar e resolver problemas. A abordagem representar considera os diferentes sistemas de representações simbólicas dos estudantes, ainda que

primitivas. A segunda, raciocinar, é alusiva a relacionar, a analisar propriedades de objetos matemáticos e a generalizar, a estabelecer relações para determinada classe de objetos, por dedução ou indução. A abordagem resolver problemas aborda a modelação de situações que envolvem o uso de expressões algébricas, equações, inequações, sistemas de equação ou inequação, funções e gráficos na interpretação e na resolução de problemas.

Para o desenvolvimento do pensamento algébrico é necessário que ocorra um trabalho voltado às situações em que:

[...] os estudantes generalizam ideias matemáticas a partir de um conjunto particular de exemplos, estabelecem generalizações através de um discurso argumentativo, e expressam-nas, cada vez mais, por caminhos formais e apropriados à idade desde os primeiros anos de escolaridade (BLANTON; KAPUT, 2005, *apud* PONTE; BRANCO; MATOS, 2009, p. 3).

Para que haja generalizações, essas situações devem explorar regularidades e relações.

Entre as abordagens destaca-se o pensamento relacional, que se caracteriza “pela capacidade de analisar expressões e equações como um todo, em vez de o fazer apenas segundo um processo realizado por etapas. Indicam que, para tal, é fundamental o uso de propriedades dos números e das operações” (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009, p. 26).

Para o desenvolvimento do pensamento algébrico nos Anos Iniciais, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017) sugere alguns elementos, que são nomeados como objetos de aprendizagem, a saber: sequências figurais repetitivas, sequências figurais recursivas, sequências numéricas recursivas, proporcionalidade e igualdade. Definiremos cada um a seguir.

Segundo Branco (2013) as sequências são sucessões finitas ou infinitas de figuras ou números, onde é possível observar padrões e representá-los tanto geométrica quanto numericamente, estabelecendo conexões entre geometria e aritmética.

A sequência figurial repetitiva é aquela que possui uma unidade pictórica que se repete ciclicamente, como se fosse um carimbo, logo, tem uma estrutura cíclica gerada pela aplicação repetida dessa unidade. A unidade é considerada como o menor subconjunto de termos, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1: Exemplo de sequência figural repetitiva

| | | | | | |
|-----------------|---|---|---|--|----------|
| Elemento |  |  |  |  | ? |
| Posição | 1 | 2 | 3 | 4 | n |

Fonte: autoria própria

O elemento da n -ésima posição, também chamado de termo a_n , será um círculo se n for um número ímpar ou um triângulo se n for um número par.

A unidade é considerada como o menor subconjunto de termos, no caso da Sequência da Figura 1, a unidade é formada por um círculo e um triângulo.

Ao contrário da sequência repetitiva, a sequência figural recursiva é constituída por termos que dependem de sua posição na sequência e estabelecem relação com o termo anterior, como na Figura 2:

Figura 2: Exemplo de Sequência figural recursiva

| | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|----------|
| Elemento |  |  |  |  | ? |
| Posição | 1 | 2 | 3 | 4 | n |

Fonte: autoria própria

Se considerarmos a quantidade de quadrados em cada posição, o elemento de qualquer posição será obtido a partir do elemento anterior, adicionando-se um quadrado a mais no comprimento da figura. O total de quadrados da figura a_n pode ser representado pelo termo geral $a_n = a_{n-1} + 1$, sendo n um número inteiro positivo, diferente de zero, que indica a posição do termo na sequência.

A sequência numérica recursiva é uma sequência constituída por elementos ou termos diferentes, números, em que, como na sequência figural recursiva, cada termo possui relação com sua posição e dependência em relação ao termo anterior, como exemplificado abaixo:

$A = \{2, 4, 6, \dots, a_{n-1}, a_{n-1} + 2, \dots\}$. Nesta sequência A , temos $a_1 = 2$, $a_2 = a_1 + 2 = 4$ e o termo geral $a_n = a_{n-1} + 2$, onde n é um número inteiro positivo, diferente de zero, que indica a posição do termo na sequência.

A proporcionalidade direta representa uma igualdade entre duas razões, em que $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = k$, onde k é uma constante. Dizemos que duas grandezas x e y são proporcionais quando podemos escrever a relação entre elas na forma $y = k \cdot x$ ou $y = kx$, onde y e x são chamadas de variáveis (pois os valores que assumem variam) e k é chamada constante (pois assume um único valor).

A exploração desse elemento pode ocorrer por meio da descoberta de termos omissos e de comparações entre as razões com intuito de verificar se estão na mesma proporção. Considerada como um caso particular da função afim, a proporcionalidade direta ou função linear pode ser usada na modelação de inúmeras situações reais.

A Figura 3 exemplifica a proporção de ingredientes para tempero de acordo com a quantidade carne:

Figura 3: Exemplo de proporção na receita de tempero para carne

| Para 1 kg de carne | Para 2 kg de carne | Para 5 kg de carne |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 colher de sal | 2 colheres de sal | 5 colheres de sal |
| 2 colheres de azeite | 4 colheres de azeite | 10 colheres de azeite |
| 1 colher de pimenta do reino | 2 colheres de pimenta do reino | 5 colheres de pimenta do reino |
| 1 colher de alho picado | 2 colheres de alho picado | 5 colheres de alho picado |

Fonte: autoria própria

Se considerarmos a situação: na primeira receita, a quantidade de azeite como a , e 1 kg de carne como b . Na terceira receita, a quantidade de azeite como c , e 5 kg de carne como d , observamos a existência da igualdade entre as duas razões ($\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$) em que $\frac{2}{1} = 2$ e $\frac{10}{5} = 2$, logo, $\frac{2}{1} = \frac{10}{5}$.

No pensamento relacional, o sinal de igual é concebido como representação de equivalência entre expressões, no trabalho que envolve a identificação de relações numéricas com base nas propriedades das operações. Com ele os estudantes utilizam outras maneiras de calcular, como cálculo mental, recorrendo às propriedades das operações. Desta forma, os estudantes passam a pensar a aritmética como uma relação entre números ao invés de um problema de cálculo, pois está voltado à análise das relações e não ao resultado de um cálculo (BRANCO, 2013).

A Figura 4 contém algumas sentenças em que há equivalência entre expressões numéricas, representada pelo sinal de igual:

Figura 4: Exemplo de sentenças com equivalência entre expressões

$$4 + 3 = 6 + 1$$

$$14 + 5 = 9 + 10$$

$$56 - 6 = 25 + 25$$

$$2 \times 3 = 1 + 5$$

Fonte: autoria própria

Observamos que o sinal de igual é utilizado nas sentenças como um símbolo que representa a equivalência entre as expressões do primeiro e do segundo membro e não como um operador que determina um resultado. Nesta situação analisa-se a relação que existe entre as expressões.

A igualdade é uma relação de equivalência, devendo ser simétrica (se $a = b$, então $b = a$), reflexiva ($a = a$) e transitiva (se $a = b$ e $b = c$, então $a = c$). Neste caso, o sentido do sinal de igual é o estabelecimento de uma equivalência entre duas expressões numéricas.

No próximo subitem, discutiremos como abordar o trabalho com o pensamento algébrico nas formações de professores e como utilizar esses elementos nas tarefas da formação.

Formação de professores e o desenvolvimento do pensamento algébrico

Diante dos apontamentos que argumentam sobre a importância do desenvolvimento do pensamento algébrico desde os primeiros anos de escolaridade, tanto a formação inicial quanto a formação continuada dos professores precisam contemplar a construção de conhecimentos voltados a um trabalho em sala de aula que leve os estudantes a generalizarem e a modelarem situações, com uso de linguagem natural antes da introdução da linguagem algébrica prevista para os anos posteriores, desta forma:

O ensino deste tema deve seguir uma abordagem que possibilite aos estudantes a utilização de estratégias informais, onde eles descubram e verifiquem as soluções, e adotando progressivamente estratégias mais formais [...] Os estudantes não têm necessariamente que começar a resolução de um problema com a representação da informação por meio de símbolos [...] suas estratégias e notações devem ter significado para eles próprios e ter um significado de acordo com o problema. (BRANCO; PONTE, 2011, p.4)

Diante disso, recomenda-se que a formação de professores aborde o conhecimento de conteúdo junto aos processos matemáticos, as particularidades dos estudantes atendidos, o nível de escolaridade desses estudantes e o Currículo.

Tal conhecimento é desenvolvido nas formações de professores associando conteúdos e pedagogia proporcionando aos professores vivências como as que se espera que eles ensinem os seus estudantes.

[...] a articulação entre pedagogia e conteúdo [...] revela-se significativa para o desenvolvimento do conhecimento matemático dos formandos, bem como do conhecimento do ensino da Álgebra nos primeiros anos. (PONTE; BRANCO, 2013, p. 153).

Desta forma, é interessante que as formações contemplem tarefas que possibilitem experiências para que os docentes reflitam sobre a didática da matemática, de modo que essa vivência permita desenvolver o conhecimento matemático e didático.

Torna-se relevante que a natureza das tarefas seja exploratória, de modo a propiciar a troca de estratégias pelos professores e a fomentar suas participações nas discussões acerca do conhecimento matemático em pauta, com vistas às possibilidades de aplicação em sala de aula com os estudantes dos Anos Iniciais.

É importante que os docentes percebam a relevância do pensamento algébrico nos primeiros anos de escolaridade e desse modo, atribuam sentido à generalização, às relações e aos símbolos. O formador precisa se atentar para o fato de que a maioria dos professores pode não ter passado por experiências parecidas enquanto estudantes em relação ao pensamento algébrico, o que pode dificultar a superação de desafios que eventualmente podem surgir no trabalho em sala de aula com esse tema. Com isso:

[...] a sua formação em Álgebra deve proporcionar-lhes experiências de aprendizagem que contribuam para sustentar as suas decisões sobre a aprendizagem dos seus estudantes no que respeita ao desenvolvimento do pensamento algébrico. (PONTE; BRANCO, 2013, p. 137-138)

A formação também deve propiciar situações para que os professores compreendam o que significa pensar algebricamente, para tanto, precisa contemplar diversas experiências que envolvam análise de variação, de identificação, representação e generalização de relações entre variáveis como sugerido por Billings, 2008 apud Ponte; Branco (2013).

Em decorrência do avanço das novas tecnologias na educação e das recomendações para sua utilização nos currículos atuais, ao abordar esse tema na formação

de professores ou ao utilizar tecnologias nas tarefas em que se espera que os docentes experimentem e vivenciem o que posteriormente venham a utilizar com seus estudantes, importa considerar que o uso de tecnologias por si só,

[...] não garante a aprendizagem dos estudantes. Por isso, é necessário saber quando e como devem estes usar a tecnologia. [...] depende muito da situação – da familiaridade que os estudantes têm com os instrumentos tecnológicos, própria do seu meio cultural, dos seus interesses e preferências, mas também dos recursos existentes na escola e da experiência do próprio professor. (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009, p. 17).

Ainda em relação aos softwares e outros recursos tecnológicos previstos para serem utilizados na formação com vistas a sua utilização na sala de aula, é preciso garantir que suas regras de processamento sejam compreendidas pelos usuários, do contrário, podem se tornar um fator potencial de dificuldade e incompreensão por parte dos professores e posteriormente, por parte dos estudantes (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009).

Diante desses apontamentos, torna-se relevante a preocupação sobre as ações de formações de professores que contemplem o uso de tecnologias para ensinar determinado conteúdo, para tanto, faz-se necessário definir e categorizar os conhecimentos dos docentes abrangendo a tecnologia, a maneira como ensinam e o conteúdo a ser ensinado. Essa categorização permite definir as tarefas da formação e os parâmetros para análise da ação formativa.

Conhecimentos Pedagógico, Tecnológico e de Conteúdo dos professores

A preocupação com a inserção automática das tecnologias na educação, pode levar ao uso de práticas equivocadas. Logo, esse aspecto é algo a ser considerado na elaboração e na realização da formação de professores que aborde a articulação entre pedagogia, conteúdo e tecnologia.

Nesse sentido, Mishra e Koehler (2006) argumentaram que tem sido comum olhar para a tecnologia sem a preocupação de como está sendo utilizada e que sua inserção automática no processo educacional não é suficiente. Diante disso, seria necessário investigar o que os professores precisariam saber para inserir as tecnologias em suas aulas e como utilizá-las para obterem resultados positivos.

Mishra e Koehler (2006) preocupados em definir um referencial teórico que pudesse atender as investigações acerca dos conhecimentos pedagógico, tecnológico e de

conteúdo na formação dos professores, elaboraram a estrutura do *Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK*. Segundo os mesmos:

[...] as implicações do desenvolvimento do quadro (*TPACK*) vão além de uma forma coerente de pensar na integração tecnológica. Argumenta-se que um referencial teórico conceitualmente baseado na relação entre a tecnologia e o ensino pode transformar a conceituação e a prática da formação de professores, a capacitação docente e o desenvolvimento profissional dos professores. (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1019, tradução nossa).

A estrutura é baseada na compreensão de que o ensino é uma tarefa complexa e que depende de muitos tipos de conhecimento. Sua complexidade se dá pelo fato de ocorrer em um ambiente dinâmico e mal estruturado que exige do professor o acesso flexível a sistemas de conhecimento altamente organizados. A estrutura destaca as interações, conexões e restrições entre conteúdo (C), pedagogia (P) e tecnologia (T).

Por meio da estrutura do *TPACK* é possível compreender as relações que existem e a mobilização de conhecimentos quando os professores utilizam tecnologia para ensinar um determinado assunto. Sua abordagem permite identificar componentes relevantes do conhecimento do docente referentes à integração ponderada da tecnologia em sua prática de sala de aula. A estrutura também possibilita conceituar e discutir as relações entre os conhecimentos com rigor metodológico e fundamentação teórica.

Com a intersecção dos conhecimentos pedagógico (CP), tecnológico (CT) e de conteúdo (CC) surgem outros quatro tipos de conhecimentos inter-relacionados: - conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC), conhecimento tecnológico de conteúdo (CTC), conhecimento tecnológico pedagógico (CTP), e todos os três tomados em conjunto como conhecimento tecnológico de conteúdo pedagógico (CTPC).

Conhecimento de Conteúdo

Mishra e Koehler (2006) caracterizam o conhecimento de conteúdo (CC) como conhecimento sobre a matéria ou sobre o assunto a ser ensinado e aprendido. Na perspectiva desse tipo de conhecimento, o conteúdo sobre determinado assunto tem abordagens diferentes conforme o nível de escolaridade dos estudantes.

Cabe ao professor o domínio sobre os assuntos que ensina, o conhecimento dos fatos, conceitos, teorias e procedimentos centrais em determinada disciplina ou área de conhecimento, bem como o domínio de estruturas explicativas que organizam e relacionam ideias, a natureza do conhecimento e da investigação em diferentes campos.

Conhecimento pedagógico

O conhecimento pedagógico (CP) caracteriza-se como o conhecimento sobre como se ensina, abrangendo práticas pedagógicas, métodos que apoiam os processos de ensino e aprendizagem, propósitos, valores e objetivos educacionais gerais. O CP está diretamente relacionado às questões que envolvem o aprendizado dos estudantes como a gestão de sala de aula, a implementação e o desenvolvimento do plano de ensino e avaliações, portanto, inclui conhecimentos sobre técnicas e métodos de ensino e avaliação a serem aplicados de acordo com a natureza do público-alvo.

O docente que possui o domínio profundo desse conhecimento compreende como os estudantes constroem o conhecimento, adquirem as habilidades e desenvolvem processos mentais e disposições positivas para a aprendizagem.

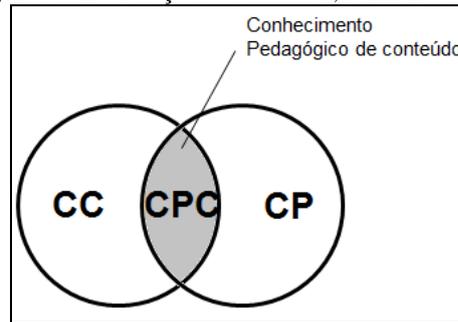
Boa parte do desenvolvimento do CP envolve a compreensão das teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento voltadas à aprendizagem e sua aplicação aos estudantes em sala de aula (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Conhecimento pedagógico de conteúdo

Esse tipo de conhecimento consiste na intersecção do conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico, extrapolando a abordagem isolada de cada um deles. O conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC) abrange aspectos particulares de como determinada matéria é organizada, adaptada e representada para ser ensinada, ou seja abrange conhecimento de conteúdo específico e de pedagogia.

O CPC abrange as diferentes formas de representações e formulações para que o conteúdo se torne compreensível para os estudantes. Engloba o confronto das questões de conteúdo e pedagogia simultaneamente, incorporando-as para a tomada de decisões sobre os aspectos pertinentes para o ensino e a aprendizagem.

O elemento central do conhecimento pedagógico de conteúdo é a maneira como o assunto é transformado e representado para ser ensinado, de modo a se tornar acessível para os estudantes. A Figura 5 ilustra a formação do CPC:

Figura 5: Intersecção do CC e CP, formando o CPC

Fonte: Autoria própria.

O CPC consiste em saber as abordagens do ensino que se encaixam em um determinado conteúdo e como os elementos de um determinado conteúdo podem ser geridos com objetivo de se alcançar um melhor ensino.

Essa abordagem diferencia-se do conhecimento do especialista em determinada matéria e do conhecimento geral do pedagogo. O CPC é composto por dois subgrupos de conhecimentos, um que se refere aos conhecimentos do professor sobre suas estratégias de ensino para determinado conteúdo e o outro do conhecimento do professor acerca do conhecimento dos estudantes.

O primeiro subgrupo envolve a incorporação de representações e formulações conceituais nas estratégias de ensino e nas técnicas pedagógicas, com intuito de tornar o conteúdo acessível, solucionar dificuldades e equívocos dos estudantes e promover uma compreensão significativa sobre o objeto a ser ensinado (MISHRA; KOEHLER, 2006).

O segundo subgrupo é referente ao domínio sobre os conhecimentos que os estudantes manifestaram nas situações de aprendizagem, identificando-os como facilitadores ou disfuncionais para a realização da tarefa em pauta. Os conhecimentos que os estudantes revelaram na resolução das tarefas compreendem as estratégias, conhecimento prévio, conceitos equivocados e aplicações equivocadas baseadas nas concepções prévias (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Conhecimento tecnológico

Com o avanço do desenvolvimento e da utilização das novas tecnologias, a natureza dos processos de ensino e aprendizagem sofreu modificações. Em relação ao que se espera do professor acerca do conhecimento pedagógico de conteúdo, no que se refere a representações, exemplos e demonstrações, as novas tecnologias exercem um papel

importante nesses aspectos, com o objetivo de tornar o assunto mais acessível para os estudantes.

Com isso, não basta que os professores saibam utilizar ferramentas e recursos tecnológicos atuais, mas que desenvolvam novas técnicas e habilidades para o ensino com a utilização das tecnologias. Esse contexto não conceitua a tecnologia como algo padronizado e estável, mas a coloca como um elemento importante do conhecimento geral do professor assim como o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico.

Mishra e Koehler (2006) dividem as tecnologias em duas categorias: tecnologia padrão que abrange livros, giz e quadro negro e tecnologia avançada que contempla a internet e os dispositivos que possuem processadores digitais. O conhecimento tecnológico (CT) consiste no domínio ou no conhecimento em manipular ambas as categorias.

Em relação às tecnologias digitais, o CT envolve o conhecimento de sistemas operacionais, softwares e hardwares; a capacidade de utilizar softwares e suas ferramentas; o conhecimento sobre instalação e remoção de dispositivos periféricos e softwares; e criação de conteúdo por meio de ferramentas digitais.

Esses conhecimentos são comumente abordados na maioria dos cursos, oficinas e tutoriais voltados ao desenvolvimento do conhecimento tecnológico, no entanto, como tratam a tecnologia de maneira padronizada e estável, é provável que sofram alterações, pois o que atualmente se revela importante é a capacidade de se adaptar às novas tecnologias, independente de tecnologias específicas.

Ao aplicar essas abordagens no contexto escolar, Mishra e Koehler (2006) concluíram que é comum que o CT esteja separado do CPC. As relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia são complexas e diferenciadas, pois algumas tecnologias possuem características que podem restringir o conteúdo e a maneira de representá-lo. Com isso, enxergar o conhecimento tecnológico isolado dos conhecimentos pedagógicos e de conteúdo pode surtir um efeito cascata que compromete o ensino e a aprendizagem.

Conhecimento tecnológico de conteúdo

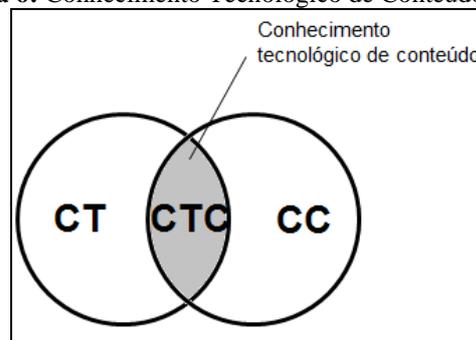
O conhecimento tecnológico de conteúdo (CTC) consiste na relação recíproca entre tecnologia e conteúdo. Algumas tecnologias podem causar restrições a alguns tipos de representações, aspecto já superado pelas tecnologias avançadas que contam com recursos que permitem maior variedade e flexibilidade para representações. Nesse sentido, o professor

não apenas precisa saber do assunto que ensina, mas também ter a consciência do quão o assunto pode ser modificado de acordo com a escolha da tecnologia a ser utilizada.

Um exemplo são os softwares que trabalham a geometria de forma lúdica, que para além das simulações que oferecem, transformam a natureza de como se aprende a geometria (MISHRA; KOEHLER, 2006).

A Figura 6 ilustra a intersecção do conhecimento tecnológico com o conhecimento de conteúdo, formando o CTC:

Figura 6: Conhecimento Tecnológico de Conteúdo

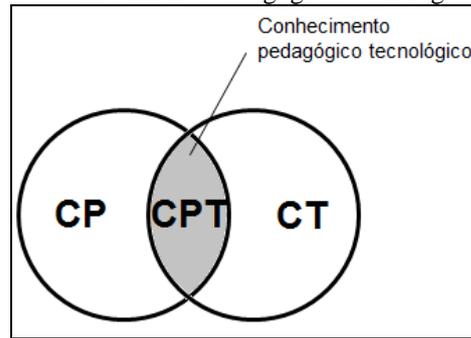


Fonte: Autoria própria

Conhecimento pedagógico tecnológico

Mishra e Koehler (2006) definem o conhecimento pedagógico tecnológico (CPT) como o conhecimento da existência, dos componentes e dos potenciais de várias tecnologias aplicadas ao processo de ensino e aprendizagem e a consciência sobre as modificações que podem ocorrer no ensino de acordo com a tecnologia a ser utilizada.

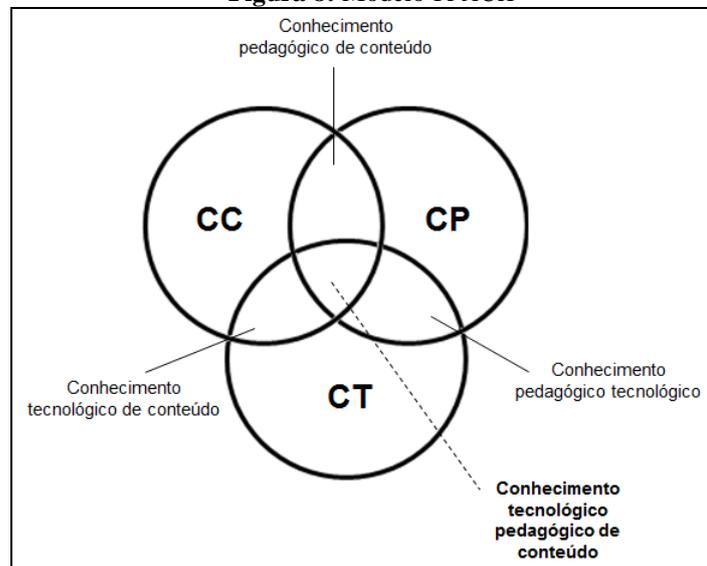
O CPT consiste na capacidade de escolha de ferramentas e recursos tecnológicos específicos de acordo com as estratégias de ensino adotadas e na capacidade de aplicar essas estratégias utilizando a tecnologia. A Figura 7 representa a formação do CPT:

Figura 7: Conhecimento Pedagógico Tecnológico

Fonte: Mishra e Koehler (2006, p. 1022, tradução nossa)

Modelo Technological Pedagogical Content Knowledge – *TPACK*

A abordagem do modelo *TPACK* consiste na articulação das relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, em que esses elementos são analisados isoladamente (C) – (P) – (T), em duplas (PC) – (TC) – (PT) e no conjunto formado por todos (TPC), conforme Figura 8:

Figura 8: Modelo *TPACK*

Fonte: Fonte: Mishra e Koehler (2006, p. 1025, tradução nossa)

O conhecimento TPC é a base para um bom ensino que utiliza a tecnologia, pois o conhecimento abrange a compreensão do quanto determinado conteúdo será prejudicado ou potencializado por determinada tecnologia, estratégias pedagógicas que contemplam o uso da tecnologia de maneira construtiva para ensinar o conteúdo, conhecimento da facilidade ou da dificuldade para aprendizagem de determinados conceitos e de como a

tecnologia pode auxiliar essa aprendizagem, conhecimento dos saberes prévios dos estudantes e de como as tecnologias podem potencializar o conhecimento existente e a construção de novos.

Formação de professores com base no modelo *TPACK*

Mishra e Koehler (2006) argumentam que a formação de professores com foco no desenvolvimento dos seus conhecimentos contemple a reflexão sobre o ensino e desenvolva habilidades para realizá-lo, evitando a doutrinação e a formação que levam os docentes a se comportarem de maneira prescrita.

Com isso, os momentos formativos devem contemplar o raciocínio sólido por meio da reflexão sobre a prática docente, a partir de fatos, princípios e experiências, fazendo com que os professores aprendam a usar sua base de conhecimento para tomada de decisão sobre ações a serem realizadas.

A rejeição às formações de caráter exclusivamente técnico fundamenta-se na ideia de que não existe uma solução tecnológica aplicável a todos os conteúdos, a todos os estudantes e a todas as estratégias de ensino. Portanto, a formação que propicia uma reflexão sólida na construção dos conhecimentos, contribui para a compreensão das relações diferenciadas e complexas entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, com vistas ao desenvolvimento de estratégias para qualquer contexto.

A formação com base no modelo *TPACK* precisa contemplar a construção de conhecimentos em que os professores possam aplicá-los em qualquer contexto a qualquer momento, fato que está mais relacionado às tecnologias avançadas, que ao extrapolarem os recursos das tecnologias padrão (de caráter estável), exigem dos professores uma nova compreensão não somente acerca da tecnologia, mas da pedagogia e do conteúdo que se pretende ensinar.

Mishra e Koehler (2006) recomendam que a formação de professores com foco no desenvolvimento dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo evitem vertentes como: a de algo técnico para utilização de softwares específicos; de formações que contemplem softwares que não foram construídos para fins educacionais sem reflexão sobre sua transposição para o ensino; da utilização genérica da tecnologia, sem considerar conteúdos, estudantes e níveis de ensino; e, do foco no que o professor deve fazer e não como fazer.

As formações com viés técnico para utilização de softwares específicos concentram-se apenas no conhecimento acerca do software e tornam-se desatualizadas num curto período de tempo, pois as atualizações mais críticas e relevantes de softwares e hardwares ocorrem comumente a cada dois anos.

A formação voltada para uso de softwares que não foram criados para fins educacionais pode encontrar obstáculos em relação à transposição didática¹². O uso desse tipo de software exige que o professor tenha consciência de suas limitações e potencialidades para que possa utilizá-lo em diversos contextos ou decidir sobre sua utilização em contextos específicos. Além disso, enfatizar apenas a tecnologia na formação pode levar o professor a focar apenas essa aprendizagem junto aos estudantes, ou seja, a tecnologia como assunto e conteúdo da aprendizagem.

Sobre a utilização genérica da tecnologia, sem considerar conteúdos, estudantes e níveis de ensino, há o argumento que:

[...] essas abordagens não aproveitam todo o potencial da tecnologia para ensinar assuntos específicos [...] tais soluções genéricas não valorizam o professor individual - sua experiência, estilo de ensino e filosofia - assumindo que todos os professores ensinam da mesma maneira e, portanto, usariam a tecnologia da mesma maneira. (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1032, tradução nossa).

Em relação às formações com foco no que o professor deve fazer e não como fazer, Mishra e Koehler (2006) dissertam que o apego aos padrões sobre o que deve ser feito se distancia do motivo essencial do uso da tecnologia que é sua integração junto à pedagogia e ao conteúdo, fazendo com que os professores utilizem o que aprenderam de maneira isolada, geralmente por tentativa e erro, não atingindo os resultados desejados, o que corrobora a ideia de que saber usar a tecnologia não é o mesmo que saber ensinar com ela.

Com base em nosso Referencial Teórico, contemplamos a terceira vertente da Álgebra (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009) em nossa formação de professores, por a considerarmos próxima à concepção do pensamento algébrico, pois compreende um trabalho que leva os estudantes a generalizações, percepção de regularidades e estabelecimento de relações entre variáveis.

Elaboramos tarefas exploratórias, que visam representações simbólicas, ainda que primitivas e o estabelecimento de relações por dedução ou indução. Durante a realização das tarefas, almejamos que os professores articulem conteúdo, pedagogia e tecnologia, e que

¹² O trabalho que transforma um objeto do saber em um objeto de ensino. Conteúdo que passa por um conjunto de transformações adaptativas para torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. (CHEVALLARD, 1991, p.45. Tradução nossa).

a vivência também desenvolva o conhecimento matemático e didático por meio da reflexão sobre a didática da matemática.

Optamos por trabalhar com a igualdade, entendida como relação de equivalência entre membros de sentenças, ampliando o sentido do sinal de igual como o estabelecimento de uma equivalência entre duas expressões numéricas.

Estruturamos as sessões de modo que não tivessem um viés técnico, mas que proporcionassem reflexões sobre a articulação entre tecnologia, pedagogia e conteúdo.

Com base nos tipos de conhecimentos que compõem o *TPACK* (MISHRA; KOEHLER, 2006) delineamos as categorias para analisar os registros produzidos pelos professores durante a tarefa, desta forma, pretendemos identificar com base nos registros o conhecimento tecnológico (CT), pedagógico (CP), de conteúdo (CC), tecnológico pedagógico (CTP), tecnológico de conteúdo (CTC), pedagógico de conteúdo (CPC) e tecnológico pedagógico de conteúdo (CTPC).

No próximo capítulo apresentamos o delineamento do estudo, enfocando nossa metodologia, esclarecendo os participantes, procedimentos e materiais utilizados.

CAPÍTULO 3 - DELINEAMENTO DO ESTUDO

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética que emitiu parecer favorável à sua realização sob número 2.920.449, em 26 de setembro de 2018. O número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE - é 7209818.2.0000.8142.

Metodologia

A pesquisa é qualitativa e se desenvolveu por meio da metodologia da Engenharia Didática, cuja validação é interna. A Engenharia é composta por quatro etapas principais (GUIMARÃES; BARLETTE; GUADAGNINI, 2015):

- **Análises Preliminares:** em que se apresentam as tradições de ensino do conceito em questão, identificando a problemática inserida no campo de ensino e as variáveis didáticas envolvidas, buscando construir um panorama no que diz respeito ao domínio epistemológico que envolve o conceito a ensinar, o domínio didático relativo ao funcionamento do ensino e o domínio relativo ao público-alvo da experiência.
- **Concepção e análise a priori das situações didáticas:** em que se analisam as situações didáticas antes de sua realização, para tanto, elas são descritas com uma predição do que pode ocorrer durante a experiência.
- **Experimentação:** fase em que a engenharia é realizada, ou seja, desenvolvida no campo da prática educativa. Nesta, os instrumentos de pesquisa são aplicados (sondagens inicial e final, registros reflexivos) com intuito de testar as hipóteses formuladas.
- **Análise a posteriori e validação:** em que são confrontadas comparativamente, as análises a priori e a posteriori, em relação à realização da engenharia. Desta forma, há a verificação das relações entre novos significados adquiridos pelo professor cursista sobre o conhecimento em questão e as situações nas quais os novos significados ocorreram. Os dados obtidos são analisados confirmando os resultados ou refutando-os diante das hipóteses formuladas.

O curso de formação abordou a construção e a mobilização do conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo algébrico junto aos professores dos Anos Iniciais.

Para isso, as sessões contaram com tarefas que colocaram os professores a interagirem com objetos digitais de aprendizagem, visando a compreensão de alguns conceitos da álgebra por meio da mobilização do pensamento relacional, articulando-os com

reflexões de como se ensina e de como se aprende tais conceitos por meio do uso da tecnologia.

Para a coleta de dados utilizamos as respostas dos professores cursistas a um questionário aplicado no início do curso (Anexo 1) que sondou o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico; dois registros sobre conclusões pessoais após cada sessão e; respostas do questionário (Anexo 2) que aferiu o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico após o curso.

Esperava-se que surgissem muitos aprendizados no desenvolvimento dessas estratégias, como os apontados nos estudos de Sampaio (2016), pois não se tratava apenas de uma formação generalista com foco numa disciplina, mas de uma abordagem de conceitos tecnológicos através do uso de recursos que os professores têm a sua disposição na escola.

Os dados foram analisados numa abordagem qualitativa em que selecionamos excertos que consideramos relevantes para a análise.

As categorias foram definidas com base nos tipos de conhecimento do professor que compõem o modelo *TPACK* (MISHRA; KOEHLER, 2006) Desta forma, foram definidas sete categorias em que as definições se encontram no Quadro 3:

Quadro 3: Definição das categorias

| Categoria | Definição |
|--|--|
| CC - Conhecimento de Conteúdo | Conhecimento sobre o assunto a ser ensinado para determinado nível de escolaridade, apresentando conhecimento dos fatos, conceitos, teorias e de estruturas explicativas para organizar e relacionar ideias. |
| CP - Conhecimento Pedagógico | Conhecimento sobre como se ensina, sobre práticas pedagógicas, métodos de ensino, propósitos, valores e objetos. Conhecimento de como os estudantes constroem seus saberes, adquirem as habilidades e desenvolvem processos mentais. |
| CPC - Conhecimento Pedagógico de Conteúdo | <p>Conhecimento sobre diferentes formas de representações e formulações, estratégias de ensino e técnicas pedagógicas para que o conteúdo se torne compreensível para os estudantes.</p> <p>Domínio sobre o conhecimento que os estudantes podem revelar nas situações de aprendizagem, como conceitos e estratégias com base em determinado conteúdo.</p> |
| CT - Conhecimento Tecnológico | Conhecimento acerca da manipulação das tecnologias padrão e avançadas, padronizadas e estáveis. |
| CTC - Conhecimento Tecnológico de Conteúdo | <p>Conhecimento das modificações, restrições e potencialidades do uso de tecnologias específicas para determinados conteúdos.</p> <p>Conhecimento do quanto o uso da tecnologia interfere positiva ou negativamente na apropriação do conteúdo pelos estudantes, permitindo citar aspectos ligados às modificações, restrições e potencialidades geradas pelo uso.</p> |

Continuação do Quadro 3:

| Categoria | Definição |
|---|---|
| <p>CPT - Conhecimento Pedagógico Tecnológico</p> | <p>Conhecimento acerca de fatores e componentes das tecnologias como interferência positiva ou negativa no processo de ensino, transparecendo a capacidade em citar tecnologias adequadas a determinadas estratégias de ensino.</p> <p>Conhecimento de fatores e componentes das tecnologias que interferem positiva ou negativamente na aprendizagem dos estudantes, revelando a capacidade para tomada de decisões substituição de recurso ou realinhamento de estratégia com base no que os estudantes manifestaram ter aprendido sobre determinado.</p> |
| <p>CTPC - Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK)</p> | <p>Conhecimento do quanto o conteúdo é potencializado ou prejudicado, bem como em que medida a estratégia de ensino é potencializada ou prejudicada de acordo com a tecnologia a ser utilizada.</p> <p>Conhecimento sobre facilidades ou dificuldades para a aprendizagem de determinados conceitos pelos estudantes e de como a tecnologia contribui para essas facilidades ou dificuldades, bem como prejudica ou potencializar os conhecimentos existentes para a construção de novos.</p> |

Fonte: Autoria própria

A experimentação e a coleta de dados ocorreram de setembro a novembro de 2018.

Participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa seis professores de educação básica I, efetivos e contratados pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, com atuação em classe ou contrato ativo em 2018. Nenhum deles eram colegas de trabalho na mesma escola e nem se conheciam anteriormente.

Os participantes aderiram ao curso de formação continuada voluntariamente, sendo o convite enviado às escolas de Anos Iniciais jurisdicionadas à Diretoria de Ensino Campinas Leste. Os critérios para participação foram: ser professor de educação básica I; atuar nas escolas jurisdicionadas à Diretoria de Ensino Campinas Leste e; ter disponibilidade de tempo às sextas-feiras à tarde (período de realização do curso).

Os cursos oferecidos pela Diretoria de Ensino passam por averiguação da Secretaria de Estado da Educação e após a aprovação, são ofertados ao público-alvo com reconhecimento na vida funcional do professor. A participação nesta modalidade de formação é por adesão voluntária.

A sequência Didática

A sequência analisada foi estruturada em oito sessões de 4 horas cada uma. Foram realizadas 15 tarefas, sendo nove por meio dos objetos digitais visando a mobilização e a construção do conhecimento de conteúdo – CC - e seis de cunho reflexivo, com intuito de integralizar os conhecimentos de pedagogia, tecnologia e conteúdo – CTPC, sendo a primeira e a última sessão utilizadas para aplicação dos questionários inicial e final.

Resumimos a sequência didática no Quadro 4:

Quadro 4: Resumo da sequência didática

| Sessão | Vertente do Pensamento Algébrico | Conteúdos |
|--------|----------------------------------|---|
| S1 | Questionário inicial | |
| S2 | Pensamento Relacional | Igualdade |
| S3 | Pensamento Relacional | Igualdade |
| S4 | Pensamento Funcional | Sequências figurais repetitivas Sequências figurais recursivas |
| S5 | Pensamento Funcional | Sequências numéricas recursivas |
| S6 | Pensamento Funcional | Proporcionalidade |
| S7 | Pensamento Funcional | Proporcionalidade |
| S8 | Questionário final | |

Fonte: Autoria própria

Para o presente estudo, focamos na análise do pensamento relacional, utilizando para isso quatro sessões incluindo as do questionário inicial e final (S1, S2, S3 e S8) que abrangeram três tarefas que visavam o conhecimento de conteúdo e duas de cunho reflexivo, que contemplaram a integralização dos conhecimentos de pedagogia, tecnologia e conteúdo.

Nas análises para não truncar a sequência das sessões nomearemos a S8 como S4.

As tarefas foram organizadas da seguinte forma na sessão: as primeiras tarefas utilizaram os objetos digitais com intuito dos professores mobilizarem conhecimentos sobre dois objetos de estudo, o primeiro se referia ao conteúdo e o segundo a como se poderia aprender determinado conteúdo por meio das novas tecnologias. As tarefas que seguiam e que encerravam a sessão tiveram como objetivo levar os professores a estabelecerem conexões com sua experiência pedagógica, mobilizando e agregando aos conhecimentos construídos nas tarefas anteriores o conhecimento pedagógico, culminando no conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo – CPTC.

As sessões se iniciaram com o estabelecimento de um contrato didático¹³ construído coletivamente. No contrato, combinamos a atuação dos cursistas diante das tarefas com os objetos digitais e a atuação do formador, intervindo e mediando a realização das tarefas quando necessário visando o alcance dos objetivos formativos da sessão.

As tarefas com os objetos digitais tiveram características exploratório-investigativas guiadas por problematizações escritas e entregues aos participantes que trabalharam individualmente ou em duplas, de acordo com a quantidade de cursistas presentes. As tarefas que visaram o CPTC tiveram características reflexivas e foram realizadas individualmente com a socialização do registro pelo participante.

Foram utilizados 2 objetos digitais para aprendizagem que ficaram hospedados em um site, ambos criados pelo próprio pesquisador. Uma *fanpage* foi criada no *Facebook* junto a 3 perfis de personagens fictícios para a interação primária dos professores com os objetos, para tanto, lançamos os primeiros desafios online na *fanpage* como uma prévia.

Os objetos digitais utilizados foram “Quadrinhos mágicos (1)” e “Quadrinhos mágicos (2)”.

Interação por meio do *Facebook* e objetos de aprendizagem

As primeiras tarefas foram dispostas por meio da *Fanpage* do personagem Abelhinha, em que foram simulados diálogos entre o personagem e os participantes visando

¹³ Segundo Brousseau (1998, p. 61), o contrato didático é “Uma relação que determina explicitamente, por uma pequena parte, mas, sobretudo, implicitamente, o que cada parceiro, o professor e o aluno, tem a responsabilidade de gerir e pela qual ele será, de uma maneira ou de outra, responsável diante do outro.”

a interação. Nos diálogos, o personagem exibia desafios matemáticos que estava enfrentando e solicitava a ajuda dos participantes para resolvê-los.

Os desafios foram publicados automaticamente após determinado período de tempo, pois estavam programados. Desta forma, os participantes tiveram a impressão de que havia de fato alguém interagindo com eles.

Tivemos como foco a interação no uso da tecnologia para a realização das tarefas por meio do *Facebook*. Para tanto, consideramos a necessidade de compartilharem as respostas das tarefas de maneira instantânea para todos, sem que houvesse um momento dedicado para esse compartilhamento físico, pois demandaria um tempo que não tínhamos. A apropriação dos registros de interação dos colegas antes de publicar o seu, conduziu o participante ao desafio de elaborar uma resposta diferente, mas que estivesse correta durante a interação, haja visto que o objetivo era explicar para o personagem a equivalência entre quantidade de itens. Na situação, explicações diferentes sobre o mesmo fato, garantiriam que o personagem compreendesse e sanasse eventuais dúvidas.

Por meio da interação com as respostas já publicadas dos colegas, os participantes puderam reorganizar suas ideias para responder corretamente, mas de maneira diferente e instantânea, algo que não seria possível se cada grupo de participante respondesse fisicamente a um enunciado num papel. Em relação às postagens do personagem aos participantes consideramos que:

[...] o material deverá ser atrativo, favorecer o questionamento, a reflexão e, conseqüentemente, a **reelaboração do conhecimento**. Também, deverão prezar pela interação entre os colegas e, por conseguinte, pela **socialização do conhecimento**. A aprendizagem é, pois, vista como atividade de elaboração conceitual em um ambiente caracterizado pela interação. (BARROS, M. G.; CARVALHO, A. B. G., 2011. p. 224, grifos nossos).

Desta forma, com intuito de garantir a interação e a comunicação de resultados de maneira prática e instantânea e ancorada num contexto de comunicação, optamos por agregar à tarefa, o *Facebook*.

Sobre a interação virtual com objetivos de aprendizagem, Barbosa (2012, p. 93) afirmou que a interatividade é entendida como “[...] uma sistemática de trocas de informações entre os atores do processo, com a utilização dos recursos tecnológicos”. Desta forma, além de criarmos uma situação virtual para troca instantânea de informações, propomos tarefas que colocaram o participante numa posição ativa no processo de aprendizagem, de modo que puderam agir, refletir e sistematizar seus conhecimentos com

vistas à utilização do computador em sua prática, como observamos nos estudos de Idem (2017).

Constatamos, portanto, que mesmo sendo possível a realização da tarefa sem o recurso tecnológico, o uso do Facebook promoveria maior dinamismo de interações durante a publicação das respostas e resultados, bem como a reformulação do próprio registro com base nas respostas dos colegas, de maneira instantânea (propícia à situação de comunicação pelas redes sociais) e correta.

Contudo, acreditamos que por meio do uso do *Facebook*, atingiríamos os objetivos da tarefa, principalmente ao que se referia a inferir sobre situações que tornam verdadeira uma igualdade envolvendo adição com números naturais.

A seguir apresentamos como cada tarefa se relaciona com nosso referencial teórico do *TPACK* e da álgebra.

Quadros-síntese das sessões da Sequência Didática

A Sondagem Inicial ocorreu por meio de um instrumento contendo sete questões que aferiram os tipos de conhecimento do professor de acordo com Mishra e Koehler (2006) e alguns elementos do Pensamento Algébrico (BRANCO, 2013; BRANCO; PONTE, 2011; PONTE; BRANCO; MATOS, 2009) relacionados com esses tipos de conhecimento. A Sondagem foi aplicada antes do curso.

A 2ª Sessão contou com tarefas que abrangeram igualdade e equivalência em situações-problema, equivalência entre expressões de várias sentenças e reflexão sobre como e o que ensinar por meio do uso da tecnologia, como descrito no Quadro 5:

Quadro 5: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos na segunda sessão

| Tarefa | Tipos de conhecimento | Elemento(s) do Pensamento Algébrico |
|--------------------------------|--|--|
| 1. <i>Fanpage</i> do Abelhinha | Conhecimento de Conteúdo – CC | Estabelecimento de equivalência por meio do reconhecimento de igualdades. |
| 2. Quadrinhos Mágicos (1) | Conhecimento de Conteúdo – CC | Compreensão da equivalência entre as expressões de ambos os membros do sinal de igualdade, análise e comparação das mesmas expressões. |
| 3. Pensando na sala de aula | Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo – CTPC | Desenvolvimento do pensamento relacional dos estudantes, com base no estabelecimento de relações numéricas entre as expressões de ambos os membros de sentenças. |

Fonte: Autoria própria

Nas tarefas 1 e 2 desta sessão, observamos a mobilização do conhecimento de conteúdo algébrico – CC - que se referiu à percepção de equivalência entre expressões das sentenças.

Nas análises, consideramos esse tipo de conhecimento “evidenciado” nas respostas em que a descrição ficou explícita; “parcialmente evidenciado” nas respostas em que notamos apenas alguns elementos que se referiam à equivalência entre expressões das sentenças ou elementos que não ficaram totalmente explícitos; e, “não evidenciado” quando a resposta foi divergente a uma resposta adequada ou que não foi possível observamos elementos que remetessem ao conteúdo algébrico da tarefa.

Na tarefa 3, consideramos o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – “evidenciado” em respostas em que esses três tipos de conhecimento (conhecimento tecnológico – CT, conhecimento pedagógico – CP – e conhecimento de conteúdo algébrico – CC) apareceram inter-relacionados; “parcialmente evidenciado” em respostas em que mesmo inter-relacionados, faltou um dos tipos de conhecimento; e, “não evidenciado” em respostas que explicitaram apenas um tipo de conhecimento ou que não foram adequadas à tarefa.

O foco da 3ª Sessão foi o trabalho com sentenças envolvendo expressões de adição e suas propriedades, desenvolvimento do pensamento relacional e reflexão sobre como e o que ensinar por meio do uso da tecnologia, conforme Quadro 6:

Quadro 6: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos na terceira sessão

| Tarefa | Tipos de conhecimento | Elemento(s) do Pensamento Algébrico |
|-----------------------------|---|--|
| 1. Quadrinhos mágicos (2) | Conhecimento de Conteúdo – CC. | Compreensão da equivalência entre as expressões de ambos os membros do sinal de igual, análise e comparação das mesmas expressões. |
| 2. Pensando na sala de aula | Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo – CTPC. | Desenvolvimento do pensamento relacional dos estudantes ao estabelecerem relações associadas às propriedades da adição em sentenças, generalizando-as. |

Fonte: Autoria própria

Na primeira tarefa desta sessão aferimos a mobilização do conhecimento de conteúdo algébrico – CC - sobre a percepção de equivalência entre expressões das sentenças, análise e comparação das expressões.

Consideramos nas análises que o CC foi “evidenciado” nas respostas em que a descrição foi explícita; “parcialmente evidenciado” em respostas com apenas alguns elementos que se referiam à equivalência entre expressões das sentenças, análise e comparação das expressões ou elementos que não foram totalmente explícitos; e, “não evidenciado” quando a resposta foi divergente a uma resposta adequada ou que não foi possível notarmos elementos que remetesse ao conteúdo algébrico da tarefa.

Na tarefa 3, consideramos “evidenciado” o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – em respostas em que os três tipos de conhecimento (conhecimento tecnológico – CT, conhecimento pedagógico – CP – e conhecimento de conteúdo algébrico – CC) apareceram inter-relacionados; “parcialmente evidenciado” em respostas em que mesmo inter-relacionados, notamos a ausência de um dos tipos de conhecimento; e, “não evidenciado” em respostas que explicitaram apenas um tipo de conhecimento ou que não foram adequadas à tarefa.

A Avaliação Final ocorreu na quarta sessão, por meio de um instrumento contendo sete questões que aferiram os tipos de conhecimento do professor e alguns elementos do Pensamento Algébrico relacionados com esses tipos de conhecimento.

A avaliação foi aplicada após o curso com intuito de identificar avanços nos conhecimentos dos professores em comparação à Sondagem Inicial, como descrito no Quadro 7:

Quadro 7: Tipos de conhecimento e elementos do pensamento algébrico aferidos no questionário final

| Questões | Tipos de conhecimento | Elemento(s) do Pensamento Algébrico |
|-----------------|--|--|
| 1 | Conhecimento Pedagógico do Conteúdo – CPC | |
| 2 | Conhecimento Pedagógico do Conteúdo – CPC | |
| 3 | Conhecimento de Conteúdo - CC | Propriedades da igualdade: equivalência entre duas expressões numéricas numa sentença. |
| 4 | Conhecimento Pedagógico Tecnológico – CPT | |
| 5 | Conhecimento Pedagógico Tecnológico – CPT | |
| 6 | Conhecimento Tecnológico – CT | |
| 7 | Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo – CTPC | |

Fonte: Autoria própria

A seguir optamos por apresentar a análise a priori juntamente com a análise a posteriori, como realizada por Valereto (2018) por acreditarmos que facilitaria a comparação e compreensão pelo leitor.

Análise a posteriori da primeira sessão

Para análise optamos em agrupar as respostas dos professores por questão e selecionamos excertos que consideramos pertinentes à análise.

A primeira questão solicitava: “Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao ensino de álgebra”

Esta questão avaliou o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – CPC - e os saberes dos participantes sobre Desenvolvimento do Pensamento Algébrico - DPA.

Era esperado que os cursistas escrevessem palavras que fossem próximas ou denotassem ideias alusivas ao pensamento algébrico como generalização, igualdade, pensamento relacional, sentenças, pensamento funcional, padrão de formação, sequências, sequências pictóricas, sequências numéricas, sequências repetitivas, sequências recursivas, equivalência, proporção, atividades exploratórias, atividades investigativas e atividades exploratório-investigativas.

Análise a posteriori da Questão 1 da Primeira Sessão (Q1S1)

O Quadro 8 apresenta as respostas dos cinco professores:

Quadro 8: Respostas a Q1S1

| Participante | Excertos destacados | CPC |
|--------------|---|-----------------|
| P1 | letras, incógnitas, números, cálculo, proporções. | Não evidenciado |
| P2 | simbolização; incógnita; equação igualdade, correspondência. | Não evidenciado |
| P3 | Incógnita, números, símbolos, resolução, problemas. | Não evidenciado |
| P4 | Adição, subtração, divisão, multiplicação. | Não evidenciado |
| P5 | $x + y = x$, $x^2 = y$, $b^2 - x$, $b + c = x$, $x - 2 = x$. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que P1, P2, P3 e P5 mesmo sendo professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, remeteram-se à álgebra dos Anos Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, na vertente letrista, em que se reduz a álgebra a um aspecto simbólico, com objetivo de manipulação de símbolos (PONTE; BRANCO; MATOS, 2009), o que não era esperado. Inferimos que a relação que fizeram com essas palavras à proposta tenha sido devido à memória dos conteúdos algébricos de quando eram estudantes na Educação Básica.

Ao considerarmos “proporções” de P1 e “igualdade; correspondência” de P2, notamos que escreveram palavras que remetem ao conhecimento de conteúdo – CC – também faz parte do conhecimento pedagógico de conteúdo – CPC.

Em P2 observamos indícios do pensamento algébrico quando elenca “igualdade; correspondência” enquanto em P4 não foi possível observarmos relações da resposta com a álgebra.

A questão 2 (Q2S1) solicitava que o professor comentasse como poderia ser trabalhada a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Esta questão também avaliou o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – CPC - e os saberes dos participantes sobre Desenvolvimento do Pensamento Algébrico.

Era esperado que nas respostas aparecessem ideias próximas ao uso de atividades investigativas e exploratório-investigativas que visassem o desenvolvimento do pensamento relacional e do pensamento funcional por meio do trabalho com igualdade, equivalência entre expressões, sentenças, sequências repetitivas e recursivas, sequências pictóricas e numéricas e proporção.

Análise a posteriori da Questão 2 da Primeira Sessão (Q2S1)

O Quadro 9 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 2:

Quadro 9: Respostas a Q2S1

| Participante | Excertos destacados | CPC |
|---------------------|---|-----------------|
| P1 | Campo aditivo, campo multiplicativo. | Não evidenciado |
| P2 | a ideia da álgebra perpassa em todos os anos dos anos iniciais; o trabalho com álgebra deverá ser feito de forma gradual e que oportunize o aluno a pensar. | Não evidenciado |
| P3 | resolução de problemas que envolva uma parcela desconhecida; colocar um símbolo no lugar do desconhecido. | Evidenciado |
| P4 | no momento, estou buscando mais conhecimentos, minha intenção é aprender para poder ensinar. | Não evidenciado |
| P5 | não tenho ideia por enquanto. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que P1, P4 e P5 responderam de maneira genérica ou divergente à proposta da questão, ainda que P1 tenha se remetido a ideia de generalização da aritmética, consideramos uma menção vaga.

P2 denotou ideias superficiais em relação à generalização da aritmética enquanto em P3 notamos a evidência de CPC quando ele indica a resolução de problemas como metodologia para ensinar Álgebra nos Anos Iniciais e superficialmente o conhecimento do conteúdo – CC – quando se refere à igualdade, pois consideramos que no trecho “parcela desconhecida” P3 se remeteu à parcela dos membros de uma sentença.

A Questão 3 (Q3S1) que avaliava o Conhecimento de Conteúdo, solicitava aos participantes:

Considerem as 3 sentenças:

$$10+1=8+3$$

$$12+1=10+3$$

$$13+1=11+3$$

a) Explique com suas palavras do que se tratam essas sentenças.

Era esperado que eles expusessem que as sentenças, por serem verdadeiras, possuíam expressões equivalentes no primeiro e no segundo membro e que neste caso, o sinal de igual não representa um operador, mas um símbolo que representa uma igualdade.

b) Considerando que os números 1 e 3, presentes nas três sentenças não sofreram alterações, explique a relação entre a alteração nos demais números.

Era esperado que eles comentassem que para as sentenças serem verdadeiras, as expressões no primeiro e no segundo membro deveriam se manter equivalentes, desta forma, a alteração realizada em uma parcela de um dos membros foi a mesma em uma das parcelas do outro membro da sentença visando manter a equivalência entre as expressões.

Análise a posteriori da Questão 3 da Primeira Sessão (Q3S1)

Consideramos a resposta do item “b” como dependente da resposta ao item “a”, desta forma, analisamos a questão considerando os dois itens juntos.

Quando um dos itens recebeu no mínimo a classificação ‘parcialmente evidenciado’ e o outro recebeu ‘evidenciado’, classificamos o conhecimento como ‘evidenciado’.

Consideramos como ‘não evidenciado’ quando um dos itens teve como avaliação máxima ‘parcialmente evidenciado’ e o outro ‘não evidenciado’. Nos demais casos em que a avaliação dos dois itens não recebeu a mesma classificação, consideramos como ‘parcialmente evidenciado’.

O Quadro 10 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 3:

Quadro 10: Respostas a Q3S1

| Participante | Excertos destacados | CC |
|---------------------|--|--------------------------|
| P1 | Proporção; sempre são dois números a menos. | Não evidenciado |
| P2 | O símbolo igual está sendo usado para comparar; foi necessário a alteração nos demais números. | Não evidenciado |
| P3 | As sentenças apresentam igualdade; representa o número de forma diferente; os demais números foram decompostos; $10 + 1 = 11 = 8 + 3 = 11$. | Parcialmente evidenciado |
| P4 | ordem dos números não altera os resultados; não sei. | Não evidenciado |
| P5 | decompondo os números que dará no mesmo resultado; por serem dezenas 1 e 3 são unidades. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que P1, P2, P4 e P5 não denotaram ideias que remetesse à igualdade ou equivalência entre expressões. Notamos que apenas P3 mencionou a palavra igualdade, no entanto, justificou-se com base no resultado das expressões e empregou o termo decomposição de maneira equivocada.

Assim como P3, os participantes P1, P2 e P5 utilizaram palavras em que o conceito não cabia à situação ao se remeterem respectivamente, à proporção, à comparação e à decomposição.

Ainda que P3 tenha mencionado a palavra igualdade, notamos conhecimento de conteúdo superficial, pois se referiu ao número (resultado) e não às expressões (pensamento aritmético).

Na questão 4 (Q4S1) o participante deveria escrever cinco palavras que para ele estivessem associadas ao uso de tecnologias para ensinar. A questão avaliou o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT.

Estimávamos que as 5 palavras escritas contivessem ideias alusivas ao uso para ensinar de dispositivos (computador, *tablet*, *smartphone*), aplicativos (pacote *Office*, *GeoGebra*, *YouTube*), recursos digitais em rede (internet, redes sociais, sites para ensino à distância, objetos digitais de aprendizagem) e/ou a possíveis estratégias com base no uso de tecnologias digitais (ensino híbrido, exploração de objetos digitais, interação em redes sociais

ou sites de ensino à distância, construções em aplicativos, validação da aprendizagem por meio de jogos digitais).

Análise a posteriori da Questão 4 da Primeira Sessão (Q4S1)

O Quadro 11 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 4:

Quadro 11: Respostas a Q4S1

| Participante | Excertos destacados | CPT |
|---------------------|--|--------------------------|
| P1 | Leitura; escrita; livros; computador; materiais pedagógicos concretos. | Não evidenciado |
| P2 | Jogos; internet; PowerPoint; slides; vídeo. | Evidenciado |
| P3 | Computador; aplicativo; celular; pesquisa; jogos. | Evidenciado |
| P4 | Informática. | Não evidenciado |
| P5 | Informação; uso; facilidade; praticidade; inovação. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que P1 se referiu majoritariamente às tecnologias padrão em sua resposta e mesmo citando o computador não consideramos que o CPT tenha sido evidenciado, nem parcialmente evidenciado. P2, P3 e P5 se remeteram ao uso de tecnologias digitais para ensinar, porém, as palavras de P5 remeteram às consequências do uso, fato pelo qual atribuímos como parcialmente evidenciado.

P4 mencionou uma única palavra, informática. Com isso, inferimos que o participante denotou pouco repertório em sua resposta e que mesmo tendo mencionado algo alusivo à tecnologia digital, consideramos que não houve evidências do CTP.

A Questão 5 (Q5S1) solicitava que o participante comentasse como poderia ser usada a tecnologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Essa questão avaliava o Conhecimento Pedagógico Tecnológico – CPT.

Era esperado que os participantes expusessem maneiras de ensinar e/ ou estratégias pedagógicas com base no uso de tecnologias digitais, citando a relação entre o uso de tecnologias com as estratégias, podendo justificar a eficácia ou não do uso, de acordo com seus saberes alusivos a como se ensina ou se aprende nos Anos Iniciais.

Análise a posteriori da Questão 5 da Primeira Sessão (Q5S1)

O Quadro 12 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 5. Mantivemos eventuais equívocos ortográficos dos registros com o intuito de preservar a legitimidade do excerto, os quais estão em itálico.

Quadro 12: Respostas a Q5S1

| Participante | Excertos destacados | CPT |
|---------------------|--|--------------------------|
| P1 | Livros; materiais concretos pedagógicos como sólidos geométricos; fazer uso de sites educacionais [...] não somente, mas de diversos aportes. | Parcialmente evidenciado |
| P2 | a tecnologia ainda não conseguiu conquistar um espaço significativo; divórcio. | Não evidenciado |
| P3 | A tecnologia pode ser usada para auxiliar a relação ensino-aprendizagem por meio de jogos, confecção de material de apoio, produtos finais de projetos, recuperações contínuas, preparo e exposição de aulas, pesquisas, etc. | Evidenciado |
| P4 | não tenho experiência neste assunto, mas tenho interesse em aprender. | Não evidenciado |
| P5 | ensinar a ler e escrever no papel é a melhor maneira para aprender; A tecnologia facilitou muito a vida das pessoas [...] deixou-as preguiçosas; Essa tecnologia vai estragar as crianças. Não vejo <i>êxodo</i> nessa aprendizagem. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Notamos que apenas P3 se remeteu às tecnologias digitais focando no preparo e exposição de aulas, em projetos de recuperação e produtos finais de projetos, pois no Currículo de Língua Portuguesa dos Anos Iniciais já é proposta a elaboração de *e-books* como produto final de projetos. P1 apresentou resposta que se referiu ao uso de tecnologias digitais genericamente pois citou sites, mas não explicitou se para consultas, se para busca de objetos digitais ou qual uso faz dessa tecnologia. Já P2 e P4 apresentaram respostas que evidenciam que ainda não utilizam as tecnologias, mas estão abertas a aprender, enquanto P5, além de mencionar somente tecnologias padrão, explicitou descrença em relação ao uso de tecnologias digitais para ensinar.

Na questão 6 (Q6S1) os participantes foram convidados a relatarem suas experiências acerca do uso de tecnologias para ensinar, para preparar as aulas e para se aperfeiçoar. Essa questão avaliava o Conhecimento Tecnológico – CT.

Esperávamos respostas que remetessem ao uso de dispositivos com processadores digitais, recursos digitais, plataformas de ensino à distância e aplicativos na prática pedagógica, no planejamento, pesquisa e enriquecimento para preparo de aulas e formação continuada do próprio participante.

Compreendemos a resposta dos itens a, b e c como interdependentes, desta forma, analisamos a questão considerando os três itens juntos.

Em todos os casos em que os três itens não tiveram a mesma classificação, consideraremos como “parcialmente evidenciado” quando dois itens forem “parcialmente evidenciados” ou dois itens “evidenciados e um não evidenciado”; “não evidenciado” quando apenas em um item a classificação máxima recebida foi de “parcialmente evidenciado”.

Análise a posteriori da Questão 6 da Primeira Sessão (Q6S1)

O Quadro 13 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 6:

Quadro 13: Respostas a Q6S1

| Participante | Excertos destacados | CPT |
|--------------|---|--------------------------|
| P1 | Uso materiais disponíveis na escola [...] Livros, calculadoras, balanças, régua, fitas, etc; de acordo com o solicitado pelo livro do professor; quando possível não somente materiais da escola, mas o que tenho ao meu alcance; para preparar minhas aulas uso livros, materiais [...] (cartazes); [aperfeiçoar] internet, leitura de textos. | Parcialmente evidenciado |
| P2 | [ensinar] tenho utilizado áudios, imagens e textos da internet; [preparar aulas] programas mais simples digitação de atividades de enriquecimento das aulas; [aperfeiçoar] fiz [...] curso. | Evidenciado |
| P3 | [ensinar] <i>Word</i> ; projetor; vídeos; fotos; <i>Google</i> ; celular; [preparar aulas] buscar atividade, vídeos, obras de arte e etc; computador; [aperfeiçoar] Cursos EAD e vídeo aulas. | Evidenciado |
| P4 | [ensinar] ainda não tive; [preparar aulas] também não tive; [aperfeiçoar] consigo me informar mais sobre assuntos pertinentes, fazer cursos <i>online</i> [...] | Parcialmente evidenciado |
| P5 | [ensinar] Eu sou mais a consulta de livros didáticos; [preparar aulas] não gosto muito de tecnologias; procuro me aperfeiçoar diariamente com os próprios alunos e colegas; não tenho ideia de como executar esse trabalho. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos nas respostas de P2 e P3 indícios do uso das tecnologias digitais em diversas experiências cotidianas. Apesar de P2 não ter especificado qual tipo de curso, inferimos que se referiu a cursos *online* pelo teor do enunciado da pergunta. No excerto de P1, notamos uma menção apenas a leitura de textos em sites, juntamente como uso de tecnologias padrão. P4 afirmou não ter tido experiências com uso de tecnologias digitais para ensinar e preparar aulas, no entanto, mencionou o uso para se aperfeiçoar. Já P5 citou apenas tecnologias padrão e afirmou não gostar de tecnologias digitais.

A sétima questão solicitava: “Fale (o que souber) sobre a relação do uso da tecnologia com o trabalho com a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.”

Esta questão avaliou o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo algébrico – CTPC.

Uma resposta adequada para esta questão poderia contemplar alguns dos seguintes elementos: estratégias pedagógicas com a utilização das tecnologias digitais, relacionando tecnologias e estratégias visando o trabalho que abrangesse generalização, pensamento relacional, igualdade, sentenças, equivalência, sequências pictóricas, sequências numéricas, sequências repetitivas, sequências recursivas, padrão de formação, proporção, pensamento funcional, atividades exploratórias, atividades investigativas, atividades exploratório-investigativas, com menção de algumas estratégias com dispositivos e recursos digitais em rede ou não.

Análise a posteriori da Questão 7 da Primeira Sessão (Q7S1)

O Quadro 14 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 7:

Quadro 14: Respostas a Q7S1

| Participante | Excertos destacados | CTPC |
|---------------------|--|-----------------|
| P1 | um giz pode ser considerado como tecnologia [...] não ficando este item apenas focado na internet, computadores, <i>android</i> , etc; o trabalho de álgebra está [...] relacionado com [...] a lousa, o giz, escrita e os livros; são as tecnologias mais utilizadas. | Não evidenciado |
| P2 | Há uma desconexão entre o professor e a tecnologia ficando talvez somente com o uso da calculadora em atividades sugeridas pelo livro. | Não evidenciado |
| P3 | Não possuo conhecimento na área de álgebra no ensino fundamental 1, ainda mais com a utilização da tecnologia. | Não evidenciado |
| P4 | não tive essa oportunidade ainda tenho muito interesse em aprender. | Não evidenciado |
| P5 | Eu não tenho ideia de como executar esse trabalho. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Notamos que em nenhuma das respostas dos participantes foi possível identificar o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo algébrico – CTPC. P3, P4 e P5 afirmaram/reconheceram não possuir os conhecimentos solicitados na resposta. P2 mencionou um fato pertinente quando afirmou haver desconexão entre professor e tecnologia, em que inferimos ter se remetido às tecnologias digitais, porém, esperávamos que citasse exemplos de “conexões” para considerarmos indícios do CTPC. Já P1 mencionou tecnologias padrão e não relacionou o uso ao trabalho com álgebra nos Anos Iniciais, tampouco mencionou conteúdos algébricos.

Destacamos a resposta de P4 que mesmo declarando que até o momento, não havia tido a oportunidade de aprender sobre o uso de tecnologias para o trabalho com Álgebra nos Anos Iniciais, mencionou seu interesse sobre o assunto. Atribuímos relevância a esse comentário, principalmente no que tange à participação da professora no curso (por adesão voluntária), na sua percepção sobre a própria aprendizagem e no interesse em se aperfeiçoar.

Conclusão da sessão 1

Observamos nas análises das respostas dos participantes uma diversidade de elementos que remeteram aos conhecimentos prévios que objetivamos aferir antes da realização do curso de formação continuada.

Elaboramos questões para aferir os tipos de conhecimentos descritos por Mishra e Koehler (2006) e suas intersecções em suas relações com a álgebra nos Anos Iniciais.

O Quadro 15 sintetiza nossas análises em relação à aferição desses conhecimentos nos participantes com base no questionário inicial aplicado antes da realização do curso de formação:

Quadro 15: Síntese da análise das respostas do questionário inicial

| | Q1-CPC | Q2-CPC | Q3-CC | Q4-CPT | Q5-CPT | Q6-CT | Q7-CTPC |
|-----------|-----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| P1 | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado |
| P2 | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Evidenciado | Não evidenciado | Evidenciado | Não evidenciado |
| P3 | Não evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Não evidenciado |
| P4 | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado |
| P5 | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Nas questões 1 e 2 que aferiram o conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico, nossas análises constataram que apenas P3 apresentou parcialmente evidências desse conhecimento.

Na questão 3, aferimos o conhecimento de conteúdo algébrico. Nossas análises mostraram que apenas P3 evidenciou parcialmente.

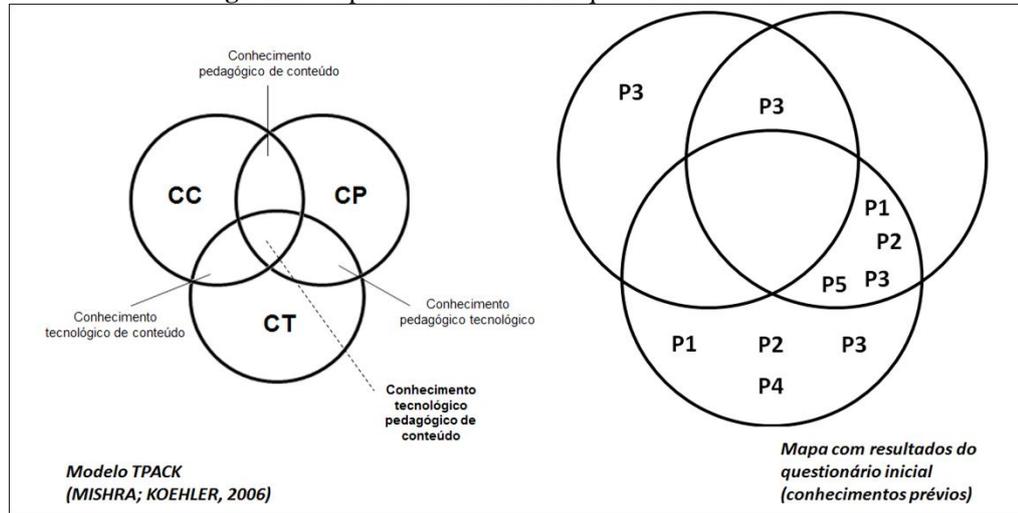
Ao sondarmos o conhecimento pedagógico tecnológico nas 4ª e 5ª. questões, constatamos que ele foi evidenciado apenas por P3 e parcialmente evidenciado por P2.

Na questão 6 que sondou o conhecimento tecnológico, observamos evidências desse tipo de conhecimento em P2 e P3, em P1 e P4 foi parcialmente evidente.

A 7ª questão aferiu a intersecção dos conhecimentos do *TPACK* (MISHRA; KOEHLER, 2006) que se referiu ao conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico. O resultado de nossas análises apontou que os cinco professores não evidenciaram esse tipo de conhecimento.

O mapa representado na Figura 9 ilustra os resultados do questionário inicial que objetivou investigar os conhecimentos prévios dos professores em relação à conteúdo algébrico, pedagogia e tecnologia. Organizamos o mapa com a distribuição de professores que indicaram os tipos de conhecimentos de forma evidente e parcialmente evidente.

Figura 9: Mapa com resultados do questionário inicial



Fonte: autoria própria

Concluimos por meio do mapa da Figura 9 que os professores iniciaram o curso de formação continuada com mais indícios do conhecimento pedagógico tecnológico – CPT e do conhecimento tecnológico – CT. Foram poucas as evidências do conhecimento pedagógico de conteúdo – CPC – e do conhecimento de conteúdo -CC e nenhuma evidência do conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

Apresentação da Segunda Sessão

Nesta sessão tivemos como objetivos que os participantes:

- a) Compreendessem a ideia de igualdade de adições de dois números naturais que resultem na mesma soma, a partir de coleções de objetos;
- b) Refletissem sobre situações que tornam verdadeira uma igualdade envolvendo adição com números naturais.

Trabalhamos o sentido do sinal de igual como estabelecimento de equivalência entre duas expressões numéricas. Ainda que as igualdades da tarefa tenham sido simples ($a+b = c+d$), elas se afastaram do modo habitual de como são apresentadas ($a+b = c$). Com isso, pretendíamos que as participantes voltassem o raciocínio às estruturas das operações e às relações entre os números, marcando o trabalho com o pensamento algébrico.

Utilizamos o *Facebook*, para apresentar as tarefas desta sessão que continham equivalência entre quantidades de jujubas.

Destacamos a intenção na elaboração das sessões de formação, de ampliação do conhecimento das participantes do CT (apresentando o *Facebook* como recurso) e do CTP (mostrando como o recurso pode ser utilizado para ensinar), além do CC algébrico.

Após a primeira sessão em que houve a aplicação da sondagem inicial e a explanação das tarefas das sessões sucessoras, os professores expuseram suas dúvidas com relação ao trabalho com equivalência no primeiro ano do Ensino Fundamental, com crianças no processo de construção de conceitos do campo aditivo e, ainda, com a proposta de trabalho para a construção desses conceitos, constante nos documentos oficiais da Rede Estadual de Ensino, que tinha como uma das tarefas as coleções de objetos. Diante disso, decidimos inserir uma tarefa que explorasse a equivalência, sem o uso de algarismos.

Com isso, esperávamos que os cursistas justificassem as relações que estabeleceriam, com base na sua compreensão das operações, fazendo uso da análise de diversos exemplos ou procurando contraexemplos como ocorrido com os participantes do estudo de Ponte, Branco e Matos (2009).

Segundo Branco (2013), as tarefas que contemplam propriedades da igualdade devem fomentar o sentido do sinal de igual como o estabelecimento de uma equivalência e não como uma situação de cálculo.

Neste caso, a resolução de problemas pode contribuir para a promoção do pensamento algébrico por meio do uso de problemas aritméticos em situações que não envolvam apenas a busca por um resultado, mas a identificação de regularidades e estabelecimento de generalizações.

Com relação ao *TPACK*, as tarefas 1 e 2 (T1S2 e T2S2) aferiram o conhecimento de conteúdo – CC – enquanto a tarefa 3 (T3S2) aferiu o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

Os participantes puderam se agrupar voluntariamente em duplas.

Tarefa 1: Fanpage do personagem Abelhinha

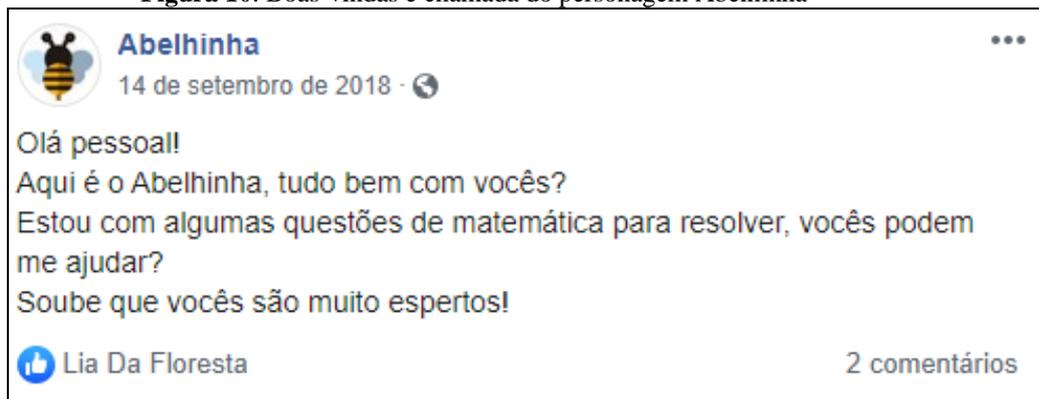
Nessa tarefa os cursistas acessaram o *Facebook* com *login* e senha fornecidos pelo formador. Cada dupla ou participante fez *login* como um personagem fictício do *Facebook* criado pelo formador para a realização da tarefa. Os personagens foram Luth da Floresta (gato); Lia da Floresta (lobo) e Chokito da Floresta (cachorro).

Durante um período de aproximadamente uma hora, a página do personagem Abelhinha (https://www.facebook.com/Abelhinha-2161874837176302/?view_public_for=2161874837176302), previamente seguida pelos personagens fictícios, dialogou com os participantes por meio de publicações automáticas anteriormente programadas, que surgiram como notificação para os cursistas como se houvesse realmente um personagem dialogando com eles.

Tais publicações trouxeram alguns desafios que os professores precisaram resolver em duplas ou individualmente e responder às postagens com suas conclusões.

Para que houvesse a interação dos participantes junto às publicações do personagem Abelhinha foi necessária a publicação de mensagens de boas-vindas antes da proposição dos desafios, conforme Figura 10:

Figura 10: Boas-vindas e chamada do personagem Abelhinha



Fonte: fanpage Abelhinha

Desafio I

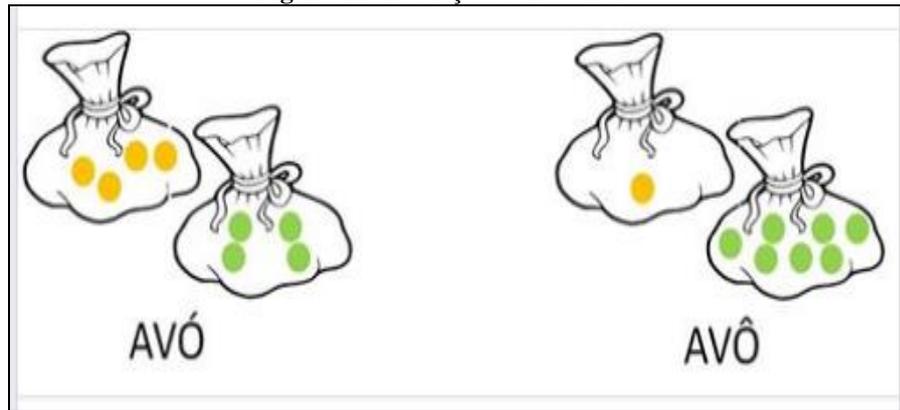
É o seguinte... decidi presentear alguns membros da minha família que moram longe com jujubas. Comprei as jujubas, separei por cores nos saquinhos e enviei pelo correio. Separei-as por cores para não mancharem umas às outras. Agora, estou recebendo várias reclamações. Meus familiares estão me mandando mensagens pelo whatsapp, dizendo que receberam menos jujubas entre eles...

Vejam o caso dos meus avós:

Meu avô disse que recebeu menos jujubas que minha avó. Coloquei a imagem de como separei as jujubas para vocês me ajudarem... será que eu errei? O que acham?

O desafio era seguido de ilustração conforme Figura 11:

Figura 11: Ilustração do Desafio I



Fonte: Fanpage do Abelhinha

Análise a Priori do Desafio I

Neste desafio tivemos como objetivo que o professor cursista estabelecesse a equivalência entre quantidades por meio do reconhecimento da igualdade. Eram esperadas respostas do tipo ‘ $4+4 = 7+1$ ’, ou ainda ‘as quantidades de jujubas recebidas pelos avós são iguais, apenas os sabores são diferentes’.

Esperávamos que os participantes explicitassem o conhecimento do conteúdo algébrico – CC.

Análise a posteriori Do Desafio I

Apresentamos a seguir os excertos dos professores:

*o senhor recebeu a mesma quantia da vovó, porém, são sete jujubas verdes e uma amarela o que resulta **num total de 8 jujubas**, enquanto a vovó recebeu 4 amarelas e 4 verdes o que também **resulta em 8 jujubas no total** (P1 e P2)*

a vovó e o vovô receberam as mesmas quantias de jujubas, porém o vovô recebeu 3 jujubas verdes a mais que a vovó para compensar as jujubas amarelas, que veio uma só pra ele. (P3 e P4).

*ele recebeu um saquinho somente com uma jujuba amarela, mas no outro saquinho recebeu sete jujubas verdes **totalizando 8 jujubas**; sendo a mesma quantidade que a vó recebeu, 4 jujubas em cada um dos saquinhos. (P5)*

Observamos que em todas as respostas, os participantes reconheceram que se tratava da mesma quantidade de jujubas. No entanto, P1, P2 e P5 utilizaram como

justificativa o resultado das adições, remetendo ao pensamento aritmético. P3 e P4 não remeteram ao resultado e mencionaram a compensação para justificar a situação.

Consideramos que o CC foi evidenciado na resposta de P3 e P4 e parcialmente evidenciado nas respostas de P1, P2 e P5.

Desafio II

Obrigado pela ajuda!

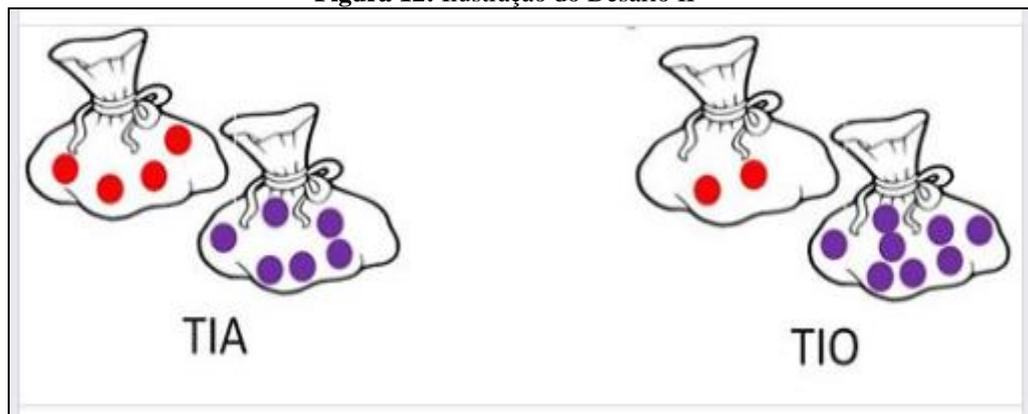
Agora vejam os saquinhos que eu enviei para meus tios...

Minha tia acha que mandei mais jujubas para meu tio. Vocês concordam?

Ajudem-me a explicar pra ela!

A Figura 12 contém a ilustração do Desafio II:

Figura 12: Ilustração do Desafio II



Fonte: *Fanpage* do Abelhinha

Análise a Priori do Desafio II

Para o Desafio II esperávamos que os professores cursistas percebessem, sem que houvesse uma sentença, que a soma dos elementos na primeira dupla de saquinhos equivalia à soma dos elementos da segunda dupla de saquinhos. E a partir disso, respondessem ao personagem que a distribuição de jujubas entre os parentes estava correta, ou seja, era equivalente e que defendessem suas ideias acerca desta afirmação. Eram esperadas respostas do tipo ‘ $4+6 = 2+8$ ’, ou ainda ‘as quantidades de jujubas recebidas pelos tios são iguais, apenas os sabores são diferentes’.

Tínhamos como objetivo que os cursistas evidenciassem o conhecimento de conteúdo algébrico – CC.

Análise a Posteriori do Desafio II

Apresentamos a seguir os excertos dos professores:

*a quantidade é a mesma, o que mudou foi a quantidade por saquinhos, vc recebeu duas vermelhinhas a mais que o tio, e ele recebeu duas roxinhas a mais que vc... Tanto vc, quanto ele, receberam **o total de 10 jujubas** (P1 e P2)*

ela recebeu duas jujubas vermelhas a mais e o tio duas a menos e as jujubas roxas ela recebeu duas a menos e o tio duas a mais, as quantidades são as mesmas (P3 e P4)

*ambos receberam a mesma quantidade, porém ela recebeu 4 vermelhas e 6 roxas, **totalizando 10 jujubas**. Já ele recebeu 2 vermelhas e 8 roxas, **totalizando também 10 jujubas** (P5)*

Notamos que todos os participantes perceberam que havia a mesma quantidade de jujubas nos saquinhos. P1, P2 e P5 utilizaram as palavras “total” e “totalizando” para justificar sua afirmação, o que interpretamos como indícios do pensamento aritmético. P3 e P4 descreveram a distribuição das jujubas por cor em “a mais” e “a menos” remetendo a indícios de compreensão da equivalência presente na situação.

Desta forma, observamos que na resposta de P3 e P4 o CC foi evidenciado e nas respostas de P1, P2 e P5 foi parcialmente evidenciado.

Desafio III

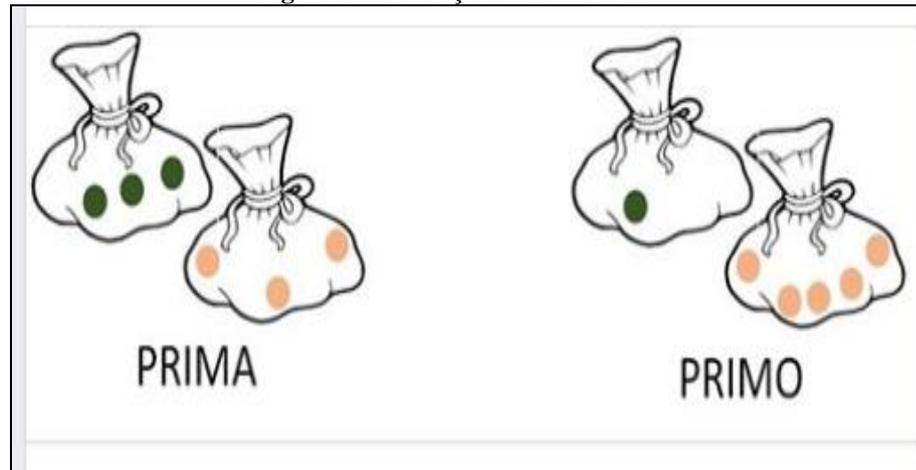
Oba!

Vocês estão me ajudando muito!

Agora me ajudem com meus primos...

A prima Nataly reclamou que recebeu menos jujuba que meu primo Marcos, vejamos se realmente eu errei e me ajudem a explicar. Ah! Tentem escrever usando números e sinais das operações, mostrando que as quantidades são iguais!

A Figura 13 contém a ilustração do Desafio III:

Figura 13: Ilustração do Desafio III

Fonte: *Fanpage do Abelhinha*

Análise a priori do Desafio III

Objetivamos com esse desafio que os professores cursistas percebessem a equivalência entre as duplas de saquinhos representadas na Figura 13 e que fizessem a transposição da representação pictórica para a representação matemática.

Desta forma, esperávamos que os registros apresentassem argumentos alusivos às propriedades da igualdade, inclusive que abordassem esse significado ao sinal de igual como se o desafio estivesse disposto em uma sentença. Eram esperadas respostas do tipo ‘ $3 + 3 = 1 + 5$ ’, ou ainda ‘as quantidades de jujubas recebidas pelos primos são iguais, apenas os sabores são diferentes’.

Estimávamos que explicitassem o conhecimento de conteúdo algébrico – CC.

Análise a Posteriori do Desafio III

Apresentamos a seguir os excertos dos professores:

vc recebeu três rosas e três verdes = $3+3=6$ e o primo recebeu $1+5=6$, portanto, vcs dois receberam a mesma quantidade (P1 e P2)

A Prima recebeu $3+3 = 6$ e o primo recebeu $5+1=6$, sendo que receberam quantidades iguais (P3 e P4)

ela recebeu 2 saquinhos com três jujubas em cada, ou seja ($3+3=6$), e seu primo recebeu um saquinho com 1 jujuba e 5 jujubas no outro ($1+5=6$) assim entende -se que os dois receberam a mesma quantidade (P5)

Observamos que todos os participantes mencionaram haver a mesma quantidade de jujubas ao considerarem os saquinhos de cada primo do personagem Abelhinha e que recorreram à adição com resultado para se justificarem, em que notamos indícios do pensamento aritmético. Com isso, em todas as respostas, consideramos que o CC foi parcialmente evidenciado.

Desafio IV

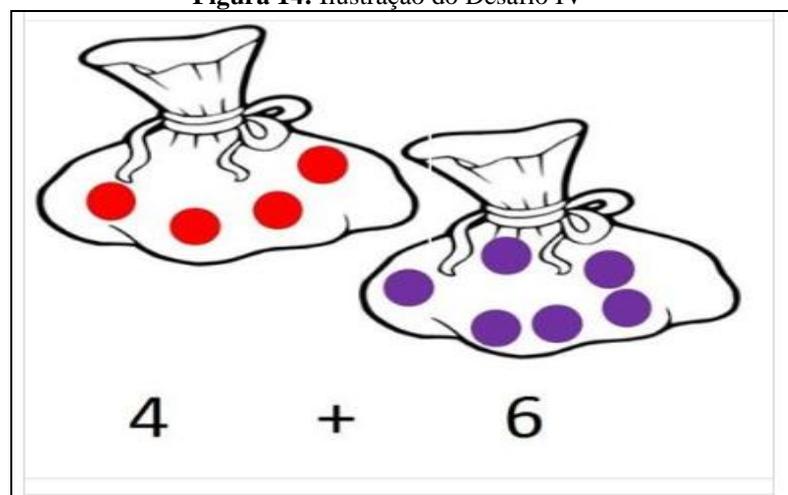
Obrigado pela ajuda, turma!

Depois que vocês me ajudaram a matar as charadas das jujubas, fiquei pensando muito e decidi propor um desafio a vocês:

Vejam como representei a soma das jujubas dos saquinhos na imagem abaixo. Quais seriam as outras possibilidades de distribuição de jujubas nos saquinhos? Lembrando que os saquinhos não precisam ter a mesma quantidade. Desafio vocês a escreverem a soma como eu fiz, ou seja, usando números e quero duas respostas diferentes! Não vale repetir a dos colegas! Vamos lá?

A Figura 14 contém a ilustração do Desafio IV:

Figura 14: Ilustração do Desafio IV



Fonte: *Fanpage do Abelhinha*

Análise a priori do Desafio IV

Esperávamos que por meio desse desafio os cursistas apresentassem em seus registros duas expressões que fossem equivalentes à expressão $4+6$. Não era nossa intenção que colocassem o sinal de igual após cada expressão indicando o resultado da soma, pois isso indicaria uma preocupação com o resultado em que o sinal de igual é o operador e não um sinal que também expressa uma igualdade.

Aguardávamos indícios do conhecimento de conteúdo algébrico – CC.

Análise a Posteriori do Desafio IV

Apresentamos a seguir os excertos dos professores:

$6+4$ e $3+7$ (P1 e P2)

pode distribuir das seguintes formas: $(9+1=10)$, $(8+2=10)$ (P3 e P4)

$5+5$, $7+3$ (P5)

Observamos nas respostas de P1, P2 e P5 expressões equivalentes à expressão do desafio sem menção de resultado. Na resposta de P3 e P4 percebemos expressões equivalentes, no entanto, com a resolução.

Notamos que o CC foi evidente nas respostas de P1, P2 e P5 e parcialmente evidente na resposta de P3 e P4.

Concluimos da análise da Tarefa 1 que todos os participantes apresentaram indícios do conhecimento de conteúdo algébrico – CC, no que se refere a equivalência entre as quantidades que representavam parcelas em membros de uma sentença, contudo também observamos que eles justificavam tal equivalência pelo valor da soma nas respostas a alguns desafios. Desta forma, consideramos que o CC foi parcialmente evidenciado em todos os participantes.

Tarefa 2: Quadrinhos Mágicos 1

Apresentação da tarefa 2

Segundo Ponte, Branco e Matos (2009) é recomendado que o trabalho com igualdade envolva sequências de expressões numéricas, com objetivo de que os estudantes,

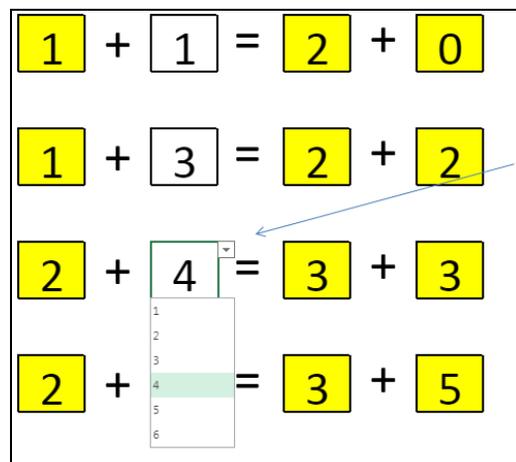
no nosso caso, professores cursistas, encontrem relações numéricas e construam o significado de equivalência ao sinal de igual. Os mesmos autores defendem que ao final das resoluções sejam feitas perguntas para que os participantes expliquem seu raciocínio.

Nesta tarefa, os cursistas acessaram o objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)”¹⁴ pela chamada automática gerada pela publicação da página do Abelhinha e trabalharam no mesmo agrupamento formado na tarefa anterior.

O objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)” possui quatro sentenças compostas por duas expressões aditivas cada uma. Cada parcela era exposta em um quadrinho, sendo em cada sentença, 3 quadrinhos amarelos e 1 branco. Somente o quadrinho branco aceitava alterações predefinidas em uma lista suspensa. Ao alterar o valor do quadrinho branco, as outras parcelas dos quadrinhos amarelos alteravam automaticamente mantendo a equivalência. O objeto digital foi construído no *Excel*, carregado no *Excel online* e incorporado ao site criado, pelo pesquisador.

As parcelas da cor branca aceitavam alterações. No entanto, o participante precisaria escolher uma das opções de uma lista suspensa, como destacamos na Figura 15:

Figura 15: Seleção de opção na parcela do objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)”



Fonte: Website Algebratecai

Após selecionar uma das opções e alterar o número da segunda parcela do primeiro membro, todas as parcelas em amarelo na sentença se alteravam automaticamente para manter a equivalência, como pode ser observada na Figura 16:

¹⁴ Objeto hospedado em <https://sites.google.com/a/prof.educacao.sp.gov.br/algebratecai/quadrinhos-magicos-1>.

Figura 16: Alteração das parcelas da segunda expressão do objeto digital “Quadrinhos Mágicos (1)”

Fonte: Website Algebratecai

Como utilizamos o *Excel online*, exportamos para o *site* todas as funcionalidades do *software*. Este cuidado permitiu a alteração automática, pois havíamos programado as células para se comportarem dessa forma.

As questões norteadoras para a exploração do objeto digital estavam em folha entregue para os cursistas, que realizaram os registros das respostas nessa mesma folha.

O formador explicou que apenas os quadrinhos brancos aceitavam alterações e que para mudar o número dentro deles era preciso escolher a opção na lista suspensa e, antes de alterarem o número, seria preciso seguir as instruções.

- a) O que aparece nesses quadrinhos? O que há de comum entre eles?
- b) Explore as sentenças uma a uma.
- c) Copie a sentença numa folha à parte. Altere o número do quadrinho branco e observe o que aconteceu. Registre a nova sentença abaixo da última que registrou. Assim sucessivamente.

Após a exploração e a realização do registro, o formador consignou e indagou no coletivo: Observando os registros que seguem abaixo de cada sentença, o que foi possível perceber?

Análise a priori da tarefa 2 da segunda sessão

A Tarefa 2 tinha como objetivos que as participantes:

- a) Escrevessem diferentes sentenças de adições de dois números naturais que resultassem na mesma soma;

b) Percebessem que ao se alterar uma parcela de uma das expressões da sentença, haverá também alteração nas demais parcelas para que a igualdade se mantenha verdadeira;

c) Compreendessem a ideia de igualdade para escrever diferentes sentenças de adições de dois números naturais que resultassem na mesma soma.

Na questão (a) esperávamos que escrevessem, que havia 4 sentenças matemáticas envolvendo igualdade entre duas adições.

Nas outras questões, era esperado que expusessem a percepção de que quando se mudava uma parcela, as outras também se alteravam e que existiam várias maneiras de se escrever uma igualdade de expressões utilizando adição de diferentes parcelas. As parcelas seriam diferentes, mas a igualdade se manteria.

Esperávamos que os cursistas conseguissem “comparar igualdades com vários termos de cada membro [...] compreender o uso do sinal de igual numa multiplicidade de contextos [...]” e analisar as igualdades de “um modo semelhante ao que [...] podem fazer com equações algébricas” (BRANCO, 2013, p. 29).

Em relação ao *TPACK*, esperávamos que os participantes evidenciassem o conhecimento de conteúdo algébrico – CC.

Análise a posteriori da Tarefa 2 da Segunda Sessão (T2S2)

O Quadro 16 apresenta as respostas dos cinco professores:

Quadro 16: Respostas a T2S2

| Participantes | Excertos destacados | CC |
|---------------|---|--------------------------|
| P1 e P4 | conforme o número da primeira parcela aumenta, o da segunda diminui na mesma proporção [...] para que as igualdades sejam verdadeiras; $1 + 1 = 2 + 0$. | Evidenciado |
| P2 e P3 | Aparecem números em sentenças matemáticas aditivas em situações de equivalências. Todos são compostos por apenas um algarismo. O resultado é acrescido de mais dois; as quatro [...] possuem resultado único devido à fórmula da planilha; na primeira os números se alteram [...] na segunda os números se alternam [...] resultando em quatro. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | A quantidade que tem do lado direito da expressão é a mesma do lado esquerdo o resultado da soma (da adição) o que há em comum entre eles; R: $0+2=1+1$. Quando alteramos a segunda parcela (o 2) por 1, as parcelas que estão do lado esquerdo vão para o lado direito, dando o mesmo resultado. Quando colocamos um número diferente na parcela automaticamente ela se combina para formar a somatória desejada. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que nas respostas de P1 e P4 o conhecimento de conteúdo algébrico – CC - foi evidenciado, ainda que a resposta tenha apresentado alguns equívocos como a alusão à proporção que não cabe nesta situação e a menção de “igualdades sejam verdadeiras” o que inferimos que os participantes se referiram a “igualdades sejam mantidas”.

Nas respostas de P2, P3 e P5 consideramos que o CC foi parcialmente evidenciado, pois apesar da tentativa de descreverem as sentenças e de observarem o comportamento das parcelas nas sentenças, remeteram em diversos trechos ao resultado em suas justificativas, fato que atribuímos ao pensamento aritmético e não ao pensamento algébrico.

Notamos que P2 e P3 se justificaram com base no resultado em “O resultado é acrescido de mais dois” remetendo ao pensamento aritmético ao invés que comentarem sobre a equivalência entre as expressões, ainda, redigiram uma conclusão confusa que não condizia com a situação em “na primeira os números se alteram [...] na segunda os números se alternam [...] resultando em quatro”.

P5 também redigiu uma descrição equivocada diante do comportamento do objeto digital em “as parcelas que estão do lado esquerdo vão para o lado direito, dando o mesmo resultado”, pois as parcelas não se movimentavam, mas se adequavam para que a

equivalência fosse mantida. Observamos que na frase seguinte da resposta, o participante se aproximou da conclusão que esperávamos em “Quando colocamos um número diferente na parcela automaticamente ela se combina para formar a somatória desejada”.

Tarefa 3: Pensando na Sala de Aula

Nessa tarefa pretendíamos que os participantes registrassem suas percepções acerca das tarefas e discussões realizadas na Sessão e que por meio do registro revelassem o conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo - CTPC. Para tanto, deveriam:

Redigir, individualmente, um texto reflexivo apoiando-se nas questões abaixo em folha entregue pelo formador:

a) O que os estudantes podem aprender com cada uma dessas tarefas?

b) Pensando sobre o que se pode aprender com as tarefas e como se pode ensinar, quais contribuições os recursos tecnológicos utilizados ofereceram?

Compartilhar as reflexões do registro.

Análise a priori da tarefa 3 da segunda sessão

Esperávamos que os registros contivessem algo do tipo:

a) Na sala de aula, os estudantes dos Anos Iniciais poderiam justificar as relações observadas nos problemas envolvendo sentenças com base na compreensão das operações, comparar igualdades e observar o uso do sinal de igual em diversos contextos e estabelecer relações numéricas entre as expressões de ambos os membros da igualdade.

b) O trabalho com a igualdade nos Anos Iniciais por meio de ilustrações e sentenças, poderia ser potencializado pelo uso da tecnologia como *Facebook* e objetos construídos no *Excel*. O uso de tecnologias digitais poderia melhorar as estratégias pedagógicas, facilitar a construção de conceitos, potencializando os saberes prévios dos estudantes no que diz respeito ao trabalho com igualdade nos Anos Iniciais.

Análise a posteriori da tarefa 3 da segunda sessão (T3S2)

O Quadro 17 apresenta as respostas dos cinco professores:

Quadro 17: Respostas a T3S2

| Participante | Excertos destacados | CTPC |
|--------------|--|--------------------------|
| P1 | os alunos aprenderam que nas adições e subtrações temos sentença de igualdade; que quando somamos dois números e mudamos a ordem deles temos sentença de igualdade; com os recursos tecnológicos, foi de extrema importância, facilitando o entendimento passo a passo, contribuindo na aprendizagem e no ensino tornando-se mais atrativo uso do <i>Facebook</i> . | Parcialmente evidenciado |
| P2 | as situações-problema trabalharam de forma lúdica o conceito de equivalência, cálculo mental, contagem; o recurso tecnológico auxiliou a perceber a equivalência de forma concreta; pode-se interagir com o grupo defendendo uma ideia; com a aula de hoje, pode-se notar uma grande contribuição para o desenvolvimento dos alunos; contrato didático que reflete numa consciência coletiva de ensino-aprendizagem. | Evidenciado |
| P3 | os alunos podem aprender as relações de igualdade entre as sentenças; aprender x ensinar usando recursos tecnológicos tornou-se necessário [...] lembrando que é mais prazeroso, interessante [...] | Parcialmente evidenciado |
| P4 | percebemos relações de igualdade entre duas expressões matemáticas [...] através do uso da tecnologia. Desta forma, pode-se dizer que houve aprendizagem significativa; os recursos tecnológicos utilizados (...) ofereceram contribuições de aprendizagem; é necessário que o professor utilize tais estratégias para se atualizar e aprimorar habilidades necessárias para o bom trabalho pedagógico. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | ajudar os alunos a ver a igualdade dos números, ou seja, na adição que as quantidades podem ser iguais ou diferentes; O <i>Facebook</i> pode ser utilizado pelo aluno (...) como fonte de participação e informação e contribuição; podemos explorar o objeto digital (...) aprender com mais facilidade e desenvolver as sentenças em sala de aula e compreender. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Notamos que nas respostas de P1, P3, P4 e P5, o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – foi parcialmente evidenciado. P1 e P5 cometeram equívocos ao tentar descrever o conteúdo trabalhado enquanto P3 e P4 não descreveram estratégias pedagógicas com uso de tecnologias digitais.

Observamos na resposta de P2 que o CTPC foi evidenciado. Consideramos que o participante descreveu brevemente o conteúdo, mencionou o trabalho pedagógico com a igualdade com uso de tecnologias digitais em “pode-se interagir com o grupo defendendo

uma ideia” o que inferimos estar se referindo às tarefas desenvolvidas por meio do *Facebook*.

Conclusão da sessão 2

O Quadro 18 sintetiza nossas análises em relação à aferição desses conhecimentos nos participantes com base nas tarefas desenvolvidas nesta sessão:

Quadro 18: Síntese da análise das respostas das tarefas da S2

| Participante | T1S2 - CC | T2S2 – CC | T3S2 - CTPC |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| P1 | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado |
| P2 | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Evidenciado |
| P3 | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado |
| P4 | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado |
| P5 | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Nas tarefas 1 e 2 aferimos o conhecimento de conteúdo – CC, em que notamos que nas respostas de P2, P3 e P5, esse tipo de conhecimento foi parcialmente evidenciado. Já nas respostas de P1 e P4, o CC foi considerado evidenciado, uma vez que em uma tarefa ele foi parcialmente evidenciado e na outra evidenciado.

Na tarefa 3 (T3S2) aferimos o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC. Nas respostas de P1, P3, P4 e P5 esse tipo de conhecimento foi parcialmente evidenciado, enquanto na resposta de P2 foi evidenciado.

Após a realização individual da T3S2, os cursistas foram convidados a exporem suas respostas no coletivo, possibilitando que os pares enriquecessem as colocações do expositor. Durante a discussão, o formador realizava intervenções com intuito de retomar conceitos e definições de acordo com o referencial teórico utilizado na formação.

Apresentação da terceira sessão

Nesta sessão tivemos como objetivos que os participantes:

- a) Escrevessem diferentes sentenças de adições de dois números naturais que resultassem na mesma soma;
- b) Reconhecessem por meio de objeto digital, que a relação de igualdade existente entre duas expressões permanece quando se adiciona ou se subtrai um mesmo número a cada uma dessas expressões;

Traçamos um planejamento similar ao da sessão 2 no que se refere ao trabalho com o sentido de igual como estabelecimento de equivalência entre duas expressões numéricas, no entanto, o objeto digital utilizado na sessão 3 permitia a inserção livre de um ou mais números, ajustando-se automaticamente para manter a equivalência. Desta forma, buscamos consolidar nesta sessão os conhecimentos desenvolvidos na sessão 2.

Inferimos que ao possibilitar a inserção livre de um número em uma ou mais parcelas, poderíamos intensificar a exploração das sentenças e promover a capacidade de análise das expressões como um todo, com base nas propriedades dos números e operações, como recomendam Ponte, Branco e Matos (2009).

O fato de trabalharmos com um objeto digital com parcelas “abertas” em que o participante decidiria livremente qual número deveria inserir para manter a relação de equivalência entre as expressões, contemplaria um trabalho voltado à identificação das relações numéricas baseado nas propriedades das operações. Ainda, intentamos que os participantes evidenciassem o pensamento relacional na exploração do objeto digital ao perceberem e justificarem a substituição de parcelas e expressões – ou inserção de parcelas e expressões – por outras equivalentes, sem a utilização de cálculos complexos e de memorizações das propriedades da adição.

Esperávamos que os participantes vivenciassem o uso de uma ferramenta de cálculo automático e de validação de sentenças, hospedado e disponibilizado de forma *online* e realizassem projeções sobre sua prática de forma que os estudantes deles pudessem construir percepções sobre a relação de equivalência entre expressões e recorressem intuitivamente às propriedades da adição para explicarem o comportamento do objeto digital.

Desta forma, intentamos que por meio da vivência, os participassem construíssem os conhecimentos que compõem o *TPACK*, sendo na Tarefa 1 aferido o conhecimento de conteúdo algébrico – CC e na Tarefa 2 o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

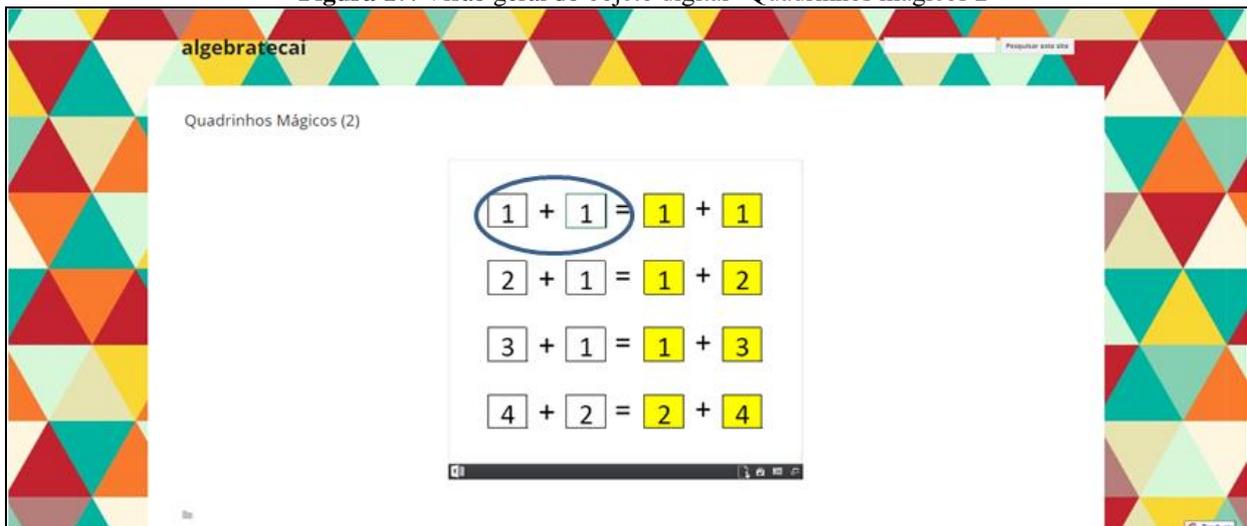
Tarefa 1: “Quadrinhos Mágicos 2”

Para a Tarefa I da Sessão 3, utilizamos a *Fanpage* do Abelhinha para que os participantes tivessem acesso ao objeto digital “Quadrinhos Mágicos 2”. Para tanto, os participantes agrupados em duplas acessaram o *Facebook* com o perfil e senha fornecidos pelo formador e se apropriaram da mensagem do personagem Abelhinha que expôs o *link* do objeto. A mensagem foi publicada automaticamente por meio da programação da página.

Ao clicarem sobre o *link*, os participantes foram redirecionados ao *site* onde o objeto digital “Quadrinhos Mágicos 2” estava hospedado.

Apenas os quadrinhos que correspondiam à primeira expressão permitiam alteração. O participante poderia inserir qualquer número que quisesse como se observa no destaque da Figura 17.

Figura 17: Visão geral do objeto digital “Quadrinhos mágicos 2”



Fonte: *Website* Algebratecai

Ao alterar a primeira parcela da primeira expressão, o objeto alterava a primeira parcela da segunda expressão para manter a equivalência, conforme ilustração da Figura 18:

Figura 18: Alteração da primeira parcela da primeira expressão nos “Quadrinhos Mágicos 2”

$$\begin{array}{l} 5 + 1 = 1 + 1 \\ 2 + 1 = 1 + 2 \\ 3 + 1 = 1 + 3 \\ 4 + 2 = 2 + 4 \end{array} \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{l} 5 + 1 = 5 + 1 \\ 2 + 1 = 1 + 2 \\ 3 + 1 = 1 + 3 \\ 4 + 2 = 2 + 4 \end{array}$$

Fonte: Website Algebratecai

Ao alterar a segunda parcela da primeira expressão, o objeto digital mantinha a alteração anterior na primeira parcela da primeira expressão e alterava automaticamente a primeira parcela da segunda expressão para manter a equivalência, conforme ilustração da Figura 19:

Figura 19: Alteração da segunda parcela da primeira expressão nos “Quadrinhos Mágicos 2”

$$\begin{array}{l} 5 + 1 = 5 + 1 \\ 2 + 1 = 1 + 2 \\ 3 + 1 = 1 + 3 \\ 4 + 2 = 2 + 4 \end{array} \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{l} 5 + 3 = 7 + 1 \\ 2 + 1 = 1 + 2 \\ 3 + 1 = 1 + 3 \\ 4 + 2 = 2 + 4 \end{array}$$

Fonte: Website Algebratecai

Os participantes exploraram o objeto digital alterando as parcelas da primeira expressão de cada sentença. Para tanto, seguiram algumas questões norteadoras e realizaram registros. As questões e os registros encontravam-se em folha separada:

a) Considerem a última sentença dos “Quadrinhos Mágicos 2”. Troquem as duas parcelas da primeira expressão para $11+7$ e escrevam a sentença formada. Em seguida, substitua o número 11 pelo 10 e copie a nova sentença abaixo da última. Veja o que aconteceu. Explique, da maneira mais detalhada que puder, o que aconteceu.

b) Explorem as sentenças da seguinte forma:

I – Escolham qualquer sentença;

II – Alterem o número de uma única parcela (escolham um número que seja maior que 20 e menor que 50) e anotem a nova sentença.

III – Definam qual o tipo de alteração que vocês realizarão nessa parcela, se será crescente ou decrescente (soma ou subtração) até o final da atividade (não poderão mudar).

VI – Alterem novamente a mesma parcela, adicionando ou subtraindo um mesmo número. Façam isso 3 vezes, sempre anotando a nova sentença formada.

c) Observem o que vocês anotaram na atividade “a” e “b”.

I – Escreva uma explicação baseada nas observações. Digam o que vocês têm certeza sobre o que acontece nessas sentenças e relatem os experimentos que comprovam isso. Se preferirem, realizem mais testes nos “Quadrinhos Mágicos 2”.

Análise a priori da tarefa 1 da terceira sessão

Nesta tarefa tivemos como objetivos que os participantes:

a) Escrevessem diferentes sentenças de adições de dois números naturais que resultassem na mesma soma;

b) Reconhecessem por meio de objeto digital, que a relação de igualdade existente entre duas expressões permanece quando se adiciona ou se subtrai um mesmo número a cada uma dessas expressões.

Na questão (a) da tarefa, era esperado que os participantes percebessem que ao alterar 11 para 10 na primeira parcela da primeira expressão, subtraía-se 1, com isso, para manter a equivalência entre as expressões, o objeto digital automaticamente alteraria 14 para 13 na primeira parcela da segunda expressão, subtraindo 1 também.

Na questão (b) intentamos que os participantes notassem que a igualdade expressa pelo sinal de igual na sentença pressupõe que, definindo uma operação para (subtrair ou adicionar, no caso) qualquer número em uma das parcelas da primeira expressão, o objeto digital aplica a mesma operação com o mesmo número em uma das parcelas da segunda expressão.

É esperado que na questão (c) os cursistas expliquem que ao retirar ou subtrair qualquer número em uma das parcelas da primeira expressão, o objeto digital retira ou subtrai o mesmo número na segunda parcela da segunda expressão para manter a equivalência.

Esperávamos que por meio das respostas dos participantes fosse evidenciado o conhecimento de conteúdo algébrico – CC.

Análise a posteriori da Tarefa 1 da Terceira Sessão (T1S3)

O Quadro 19 apresenta as respostas dos cinco professores:

Quadro 19: Respostas a T1S3

| Participantes | Excertos destacados | CC |
|---------------|--|-------------|
| P1 e P4 | Percebemos que se substituirmos o número 11 que corresponde à primeira parcela da primeira expressão pelo número 10, automaticamente a primeira parcela da segunda expressão também diminuiu em uma unidade, de 14 para 13; $30 + 1 = 28 + 3$; $35 + 1 = 33 + 3$; $40 + 1 = 38 + 3$; $45 + 1 = 43 + 3$; o número da parcela acrescido de (1) um, faz com que altere a primeira parcela da segunda expressão, resultando numa igualdade. Nota-se que é em todas as sentenças ocorre situações semelhantes, em que a soma das duas primeiras parcelas equivale a soma das duas últimas parcelas [...] para equivaler à situação anterior de igualdade. | Evidenciado |
| P2 e P3 | A primeira parcela da segunda expressão sempre é uma incógnita de acordo com a primeira sentença; a 1ª parcela da 1ª expressão aumenta de acordo com a 1ª parcela da 2ª expressão [...] conforme a primeira parcela da primeira expressão diminui, a 1ª parcela da segunda expressão também diminui [...] equivalência; $50 + 1 = 49 + 2$; $47 + 1 = 46 + 2$; $14 + 1 = 43 + 2$; $41 + 1 = 40 + 2$; conforme a 2ª parcela da 1ª expressão é alterada, a 1ª parcela da 2ª expressão também se altera. | Evidenciado |

Fonte: autoria própria

Notamos nas respostas dos quatro participantes que o conhecimento de conteúdo algébrico – CC – foi evidenciado. Observamos que os participantes notaram a equivalência entre os membros das sentenças, realizaram testes e em suas justificativas, remeteram à equivalência.

P2 e P3 se referiram às parcelas abertas como incógnitas. Atribuímos a descrição a resquícios da concepção da álgebra na vertente letrista. Esclarecemos que como se tratavam de duas parcelas abertas, sendo a segunda a ser preenchida de acordo com o valor inserido na primeira para que a equivalência entre as expressões fosse mantida e vice-versa, tais parcelas eram variáveis e não incógnitas.

Observamos avanços na qualidade das respostas em relação à Sessão anterior. Percebemos que os participantes conseguiram se expressar melhor sobre suas explorações, se justificaram de maneira mais clara e passaram a utilizar palavras adequadas dentro da linguagem matemática.

Tarefa 2: Pensando na Sala de Aula

Apresentação da tarefa 2 da terceira sessão

A Tarefa 2 continha questões reflexivas sobre a exploração do objeto digital “Quadrinhos Mágicos 2” voltadas ao trabalho em sala de aula. Desta forma, a tarefa propôs a realização de registros que evidenciassem ou não o conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo algébrico – CTPC - dos participantes construídos ou mobilizados na Sessão 3. Para tanto, deveriam:

Redigir, individualmente, um texto reflexivo apoiando-se nas questões abaixo em folha entregue pelo formador:

- a) O que os estudantes podem aprender com cada uma dessas tarefas?
- b) Pensando sobre o que se pode aprender com as tarefas e como se pode ensinar, quais contribuições os recursos tecnológicos utilizados ofereceram?

Compartilhar as reflexões do registro.

Análise a priori da tarefa 2 da terceira sessão

Era esperado que os participantes apresentassem respostas próximas a:

a) Os estudantes, por meio da mobilização, intuitiva ou não, de saberes acerca das propriedades da adição, podem escrever diferentes adições de números naturais que resultem na mesma soma, sendo elas, expressões aditivas em sentenças (que possuem uma relação de equivalência). Ainda, perceber a relação de equivalência entre as expressões das sentenças, ao subtrair ou adicionar o mesmo número na primeira e na segunda expressão.

b) A disposição das sentenças em objetos digitais com alterações automáticas visando manter a equivalência entre as expressões, considerando alterações do usuário em uma ou mais parcelas, pode contribuir para a percepção da equivalência e a construção do pensamento algébrico, no que se refere à igualdade representada pelo sinal de igual nas sentenças.

Análise a posteriori da tarefa 2 da terceira sessão (T2S3)

O Quadro 20 apresenta as respostas dos cinco professores:

Quadro 20: Respostas a T2S3

| Participante | Excertos destacados | CTPC |
|--------------|---|--------------------------|
| P1 | é possível que os alunos aprendam que na sentença matemática uma expressão está totalmente ligada a outra e que suas parcelas se alteram de acordo com a propriedade da igualdade; ao fazer uso de recursos tecnológicos; podemos ensinar através do campo investigativo e checagem de hipóteses sistematizando a aprendizagem do aluno de modo que ele aprenda não somente as regras da propriedade de igualdade, mas que compreenda como e porque tais fatos matemáticos acontecem ; o encontro de hoje [...] me instigou a entender melhor e quem sabe até construir objetos digitais para acrescentar e agregar conhecimento aos alunos e ao meu fazer pedagógico. | Evidenciado |
| P2 | As atividades [...] investigação prazerosa e divertida; as atividades viabilizam a construção de igualdade de variadas maneiras; igualdade ; usamos recursos tecnológicos facilitando a compreensão ; Aprender a lidar com tecnologia dentro desta perspectiva torna-se um desafio, mas que a cada dia percebe-se a urgência em inserir [...] recursos tão necessários e presentes no dia a dia. | Evidenciado |
| P3 | pude aprender como instigar o aluno a ter o pensamento científico e investigativo em matemática, em situações de equivalência ; Consegui aprender as relações entre as expressões [...] compreendendo as relações dos números sob situação de igualdade podendo ensinar para meus alunos com auxílio desta ferramenta “Quadrinhos Mágicos”; Eu, como professora, gostaria de aprender a fazer esses objetos digitais, para poder instigar meus alunos a construírem seus saberes. | Evidenciado |
| P4 | essas atividades dão aos alunos o interesse em saber como acontece, o porquê, torna-os investigativos , pensadores de como fazer; no quesito como ensinar e as contribuições dos recursos tecnológicos, nos favorecem a uma aula mais atrativa , podendo usar a tecnologia em prol ao conhecimento , assim nos beneficiamos tendo uma aula proveitosa; Este curso despertou em mim a vontade de adquirir mais conhecimentos tecnológicos , como usar as ferramentas para fazer quadros mágicos, objetos digitais no intuito de poder passar esses conhecimentos aos alunos. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos nas respostas de P1, P2 e P3 que o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – foi evidenciado. Os participantes mencionaram o conteúdo (igualdade), maneiras de ser trabalhado (situações exploratório-investigativas) e

interligaram essas informações com uso tecnologias digitais, citando em alguns casos o nome do próprio objeto digital.

Na resposta de P4 notamos elementos que se referiram ao conhecimento pedagógico – CP - em “essas atividades dão aos alunos o interesse em saber como acontece, o porquê, torna-os investigativos” e ao conhecimento tecnológico – CT – em “como ensinar e as contribuições dos recursos tecnológicos, nos favorecem a uma aula mais atrativa, podendo usar a tecnologia em prol ao conhecimento”. No entanto, não identificamos menção ao conteúdo. Ainda que o CP e o CT foram notados de forma interligada na resposta, consideramos parcialmente evidente o CTPC pela ausência de menção do conteúdo.

Encontramos em todas as respostas comentários sobre o interesse dos participantes em ampliarem o conhecimento tecnológico – CT – a fim de construir objetos digitais para utilizarem com seus estudantes. Interpretamos esses comentários como indícios de reflexão docente referente ao seu desenvolvimento profissional propiciada pelo curso de formação continuada.

Conclusão da sessão 3

O Quadro 21 sintetiza nossas análises em relação à aferição dos conhecimentos de conteúdo algébrico - CC e tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico - CTPC nos participantes com base nas tarefas desenvolvidas nesta sessão:

Quadro 21: Síntese da análise das respostas das tarefas da S3

| Participante | T1S3 - CC | T2S3 - CTPC |
|--------------|-------------|--------------------------|
| P1 | Evidenciado | Evidenciado |
| P2 | Evidenciado | Evidenciado |
| P3 | Evidenciado | Evidenciado |
| P4 | Evidenciado | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Na tarefa 1 (T1S3) notamos que nas respostas de todos os participantes esse tipo de conhecimento foi evidenciado.

Ao aferirmos o CTPC – na tarefa 2 (T2S3) constatamos que apenas P4 evidenciou parcialmente esse tipo de conhecimento em sua resposta, enquanto nas respostas dos outros participantes o CTPC foi evidenciado.

Assim como na sessão anterior, após a realização da T3S3, os cursistas expuseram suas respostas no coletivo, com participação e enriquecimento dos pares. Durante a discussão, o formador entrevistou retomando conceitos e definições com base no referencial teórico utilizado na formação.

Apresentação da quarta sessão

Nesta sessão tivemos como objetivo analisar as contribuições do curso de formação continuada no desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico por meio das respostas ao questionário final.

O questionário final foi semelhante ao questionário inicial. Desta forma, composto por 7 questões em que cada uma aferiu um ou a intersecção de dois ou mais tipos de conhecimento do professor apontados nos estudos de Mishra e Koehler (2006), sendo os mesmos tipos de conhecimento aferidos no questionário inicial por questão.

Análise a posteriori da quarta sessão

Assim como no questionário inicial, para análise optamos em agrupar as respostas dos professores por questão e selecionamos excertos que consideramos pertinentes à análise.

Solicitou-se na primeira questão: “Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao ensino de álgebra”

A questão aferiu o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – CPC.

Esperávamos que os cursistas escrevessem palavras que remetesse a ideias alusivas ao pensamento algébrico como generalização, igualdade, pensamento relacional, sentenças, pensamento funcional, padrão de formação, sequências pictóricas, sequências numéricas, sequências repetitivas, sequências recursivas, equivalência, proporção, atividades exploratórias, atividades investigativas e atividades exploratório-investigativas.

Análise a posteriori da Questão 1 da Quarta Sessão (Q1S4)

Aguardávamos respostas que contivessem ideias próximas ao uso de atividades investigativas e exploratório-investigativas que visassem o desenvolvimento do pensamento relacional e do pensamento funcional por meio do trabalho com igualdade, equivalência entre expressões, sentenças, sequências repetitivas e recursivas, sequências pictóricas e numéricas e proporção.

Análise a posteriori da Questão 2 da Quarta Sessão (Q2S4)

O Quadro 23 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 2:

Quadro 23: Respostas a Q2S4

| Participante | Excertos destacados | CPC |
|---------------------|--|--------------------------|
| P1 | através da sequência pictórica [...] numérica, situações-problema do campo aditivo e multiplicativo [...] parcelas de uma adição [...] termos da subtração; trabalhar; situações-problema; descobrir. | Evidenciado |
| P2 | planeje suas aulas de forma intencional [...] de modo a desenvolver um pensamento diferente [...] pensamento algébrico [...] funcional; sequências repetitivas, símbolos, padrões [...] relações. | Parcialmente evidenciado |
| P3 | o ensino de álgebra deve ser trabalhado através de uma sequência investigativa; sequência pictórica; sequência numérica recursiva; regras de formação; capacidade de generalizar após elencarem as hipóteses e as testarem; partindo do contexto social dos alunos, trabalhando com atividades reflexivas; poderão ser exploradas. | Evidenciado |
| P4 | sequências repetitivas de figuras; ensinar álgebra utilizando várias ferramentas visando uma compreensão mais dinâmica, estimulando a percepção [...] mostrando a interatividade [...] o professor pode fazer. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | trabalhar o pensamento funcional pela sequência numérica e de números múltiplos; padrão; termo; função; formas geométricas (padrão cor); quantidade; números ímpares e pares; igualdade; proporção; divisão e multiplicação. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos que P1 e P3 evidenciaram em seus registros o conhecimento pedagógico de conteúdo – CPC, pois identificamos elementos que remetiam ao conteúdo interligados com a maneira de trabalhá-los em sala de aula.

Consideramos parcialmente evidenciado o CPC nas respostas de P2, P4 e P5, pois ainda que tenham se referido majoritariamente aos conteúdos, a forma de ensinar interligada a eles foi superficial no registro dos participantes, remetendo a generalizações sem profundidade.

Na Questão 3 (Q3S4) solicitamos aos participantes:

Considerem as 3 sentenças:

$$10+1=8+3$$

$$12+1=10+3$$

$$13+1=11+3$$

a) Explique com suas palavras do que tratam essas sentenças.

Aguardávamos que eles expusessem que as sentenças, por serem verdadeiras, possuíam expressões equivalentes no primeiro e no segundo membro e que neste caso, o sinal de igual não representa um operador, mas um símbolo que representa uma igualdade.

b) Considerando que os números 1 e 3, presentes nas três sentenças não sofreram alterações, explique a relação entre a alteração nos demais números.

Esperávamos que eles expusessem algo próximo de que para as sentenças serem verdadeiras, as expressões no primeiro e no segundo membro deveriam se manter equivalentes, desta forma, a alteração realizada em uma parcela de um dos membros foi a mesma em uma das parcelas do outro membro da sentença visando manter a equivalência entre as expressões.

Aguardávamos evidências do conhecimento de conteúdo algébrico – CC – nas respostas dos participantes.

Análise a posteriori da Questão 3 da Quarta Sessão (Q3S4)

Consideramos a resposta do item “b” como dependente da resposta ao item “a”, desta forma, analisamos a questão considerando os dois itens juntos.

Quando um dos itens recebeu no mínimo a classificação “parcialmente evidenciado” e o outro recebeu “evidenciado”, classificamos o conhecimento como “evidenciado”.

Concebemos como “não evidenciado” quando um dos itens teve como avaliação máxima “parcialmente evidenciado” e o outro “não evidenciado”. Nos demais casos em que a avaliação dos dois itens não recebeu a mesma classificação, consideramos como “parcialmente evidenciado”.

O Quadro 24 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 3:

Quadro 24: Respostas a Q3S4

| Participante | Excertos destacados | CC |
|--------------|--|--------------------------|
| P1 | tratam de igualdade uma vez que na álgebra, o sinal de igual expressa uma igualdade; ao calcular as duas parcelas da primeira expressão, obtém-se o resultado da soma das duas parcelas da segunda expressão; por se tratar de uma sentença de igualdade, ao alterar um número da primeira parcela de uma das expressões, faz-se necessário seguir um padrão para a expressão ao lado; a primeira parcela da segunda expressão deve ser alterada na mesma proporção. | Evidenciado |
| P2 | sentenças; igualdade; equivalência entre elas; correspondência nos valores expressos pelo sinal de igual; diminui na mesma proporção. | Parcialmente evidenciado |
| P3 | situações de equivalência; igualdade nas expressões; como as expressões retratam uma igualdade; do lado direito as parcelas apresentam uma diferença de valores, pois para serem reais, precisou haver uma compensação. | Parcialmente evidenciado |
| P4 | sentenças de igualdade [...] o sinal de igual significa equivalência; o segundo diminui na mesma proporção para que se obtenha a sentença de igualdade. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | O pensamento aritmético representa igualdade exemplo $3 + 3 = 6$; o pensamento algébrico [...] é o resultado. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Em comparação com as respostas da Q3S1 notamos aumento da qualidade nas respostas dos participantes, exceto na resposta de P5. É possível observar que o conhecimento de conteúdo algébrico – CC – aferido nesta questão, apresentou maior mobilização em relação à questão que aferiu o mesmo tipo de conhecimento no questionário inicial.

Observamos que apenas P1 evidenciou em sua resposta o conhecimento de conteúdo – CC – ao caracterizar as sentenças e mencionar a igualdade, seguindo por justificar a alteração nas parcelas para que a equivalência fosse mantida.

P2, P3 e P4 observaram a equivalência entre os membros das sentenças, porém, ao justificarem a alteração das parcelas, se equivocaram ao relacionarem a alteração à proporção

e à compensação, já que a situação não as contemplava, para tanto, entendemos que o CC foi parcialmente evidenciado nas respostas.

P5 se equivocou ao tentar explicar a igualdade das sentenças e empregou exemplos de maneira errônea ao comparar o pensamento algébrico com o aritmético. Com isso, não encontramos evidências do CC na resposta.

Notamos que nas respostas de P1, P2 e P4 aparece a palavra proporção, com emprego equivocado à situação. Inferimos que os participantes citaram a palavra por empregá-la em diversas situações cotidianas, o que não se aplica à questão.

Em comparação com as respostas da Q3S1 notamos aumento da qualidade nas respostas dos participantes, exceto na resposta de P5.

Na questão 4 (Q4S4) o participante deveria escrever 5 palavras que para ele estivessem associadas ao uso de tecnologias para ensinar. A questão aferiu o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT.

Esperávamos que as 5 palavras escritas contivessem ideias alusivas ao uso para ensinar de dispositivos (computador, *tablet*, *smartphone*), aplicativos (pacote *Office*, *GeoGebra*, *YouTube*), recursos digitais em rede (internet, redes sociais, sites para ensino à distância, objetos digitais de aprendizagem) e/ou a possíveis estratégias com base no uso de tecnologias digitais (ensino híbrido, exploração de objetos digitais, interação em redes sociais ou sites de ensino à distância, construções em aplicativos, validação da aprendizagem por meio de jogos digitais).

Análise a posteriori da Questão 4 da Quarta Sessão (Q4S4)

O Quadro 25 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 4:

Quadro 25: Respostas a Q4S4

| Participante | Excertos destacados | CPT |
|---------------------|---|-------------|
| P1 | objeto digital; <i>facebook</i> ; <i>whats</i> ; página/face. | Evidenciado |
| P2 | <i>Facebook</i> ; <i>Excel</i> ; <i>PowerPoint</i> ; Internet; <i>Word</i> . | Evidenciado |
| P3 | Otimização; envolvimento; mídias sociais; <i>Excel</i> (pacote <i>Office</i>); ludicidade. | Evidenciado |
| P4 | <i>Excel</i> ; <i>Facebook</i> ; <i>PowerPoint</i> ; <i>Word</i> , internet. | Evidenciado |
| P5 | <i>PowerPoint</i> ; <i>Excel</i> ; <i>Word</i> ; <i>Facebook</i> ; internet. | Evidenciado |

Fonte: autoria própria

Consideramos que em todas as respostas o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT - foi evidenciado, pois identificamos elementos que remeteram a aplicativos, recursos digitais em rede, uso de tecnologia como estratégias e previsão de consequências do uso como em “otimização” de P3.

A Questão 5 (Q5S4) propôs ao participante que comentasse como poderia ser usada a tecnologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, avaliando o Conhecimento Pedagógico Tecnológico – CPT.

Esperávamos que os participantes expusessem maneiras de ensinar e/ ou estratégias pedagógicas com base no uso de tecnologias digitais, citando a relação entre o uso de tecnologias com as estratégias, podendo justificar a eficácia ou não do uso, de acordo com seus saberes alusivos a como se ensina ou se aprende nos Anos Iniciais.

Análise a posteriori da Questão 5 da quarta Sessão (Q5S4)

O Quadro 26 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 5.

Quadro 26: Respostas a Q5S4

| Participante | Excertos destacados | CPT |
|---------------------|--|--------------------------|
| P1 | tecnologia; recurso; página como o Facebook; objetos digitais; desenvolvimento do ensino/aprendizagem; trabalhar álgebra lançando desafios a seus alunos, proporcionando comunicação interativa e lúdica durante a aprendizagem; explorados pelos alunos; checando suas hipóteses; investigação matemática; sistematize. | Evidenciado |
| P2 | uso da tecnologia [...] possibilita inúmeros experimentos em pouco tempo, abrindo espaço para a visão do todo; objetos desenvolvidos dentro do Excel; através do Facebook podemos desenvolver atividades [...] para que incentive o aluno a observar e levantar hipóteses [...] propicia interatividade. | Evidenciado |
| P3 | a tecnologia [...] favorece a otimização do tempo, facilitando e ilustrando o que se é pedido [...] permite a exploração investigativa. Auxilia o envolvimento dos alunos com a temática e discussões [...] no Facebook. A utilização de programas [...] como Excel e PowerPoint para criar animações e meios de exploração. | Evidenciado |
| P4 | através de programas; utilização da internet; instigando o conhecimento e interesse em aprender. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | sequências numéricas; fazer uso do Facebook para compartilhar conhecimentos / troca de informações. | Evidenciado |

Fonte: autoria própria

Notamos que nas respostas de P1, P2, P3 e P5 o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT - foi evidenciado. Consideramos nas respostas elementos que remeteram à tecnologia digital como aplicativos, recursos e dispositivos e elementos que fizeram alusão à prática pedagógica e/ou consequências no processo de aprendizagem dos estudantes decorrentes do uso de tecnologia.

Consideramos o CPT parcialmente evidenciado na resposta de P4, pois não houve detalhamentos sobre aplicativos e dispositivos que poderiam ser utilizados, mas uma referência generalizada em “programas”. Não encontramos indícios de estratégias pedagógicas ligadas ao uso de “programas”, apenas uma previsão em “instigando o

conhecimento e interesse em aprender” relacionada ao processo de aprendizagem dos estudantes.

Observamos na resposta de P5 indícios do conhecimento de conteúdo – CC – em “sequências numéricas” mesmo que este não tenha sido objetivo de avaliação da questão.

Notamos avanços na qualidade das respostas da Q5S4, em que observamos com maior clareza a menção de estratégias pedagógicas com base no uso de tecnologias digitais, apontamentos sobre aplicativos, recursos e dispositivos digitais.

Na questão 6 (Q6S4) propomos aos participantes que relatassem suas experiências acerca do uso de tecnologias para ensinar, para preparar as aulas e para se aperfeiçoar. Essa questão aferiu o Conhecimento Tecnológico – CT.

Aguardávamos respostas que referissem ao uso de dispositivos com processadores digitais, recursos digitais, plataformas de ensino à distância e aplicativos na prática pedagógica, no planejamento, pesquisa e enriquecimento para preparo de aulas e formação continuada do próprio participante.

Concebemos a resposta dos itens a, b e c como interdependentes, desta forma, analisamos a questão considerando os três itens juntos.

Em todos os casos em que os três itens não tiveram a mesma classificação, consideraremos como “parcialmente evidenciado” quando dois itens forem “parcialmente evidenciados” ou dois itens “evidenciados e um não evidenciado”; “não evidenciado” quando apenas em um item a classificação máxima recebida foi de “parcialmente evidenciado”.

Análise a posteriori da Questão 6 da Quarta Sessão (Q6S4)

O Quadro 27 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 6:

Quadro 27: Respostas a Q6S4

| Participante | Excertos destacados | CT |
|---------------------|---|--------------------------|
| P1 | [para ensinar] faço uso constante para preparar a aula e me preparar, tirar dúvida de alguma informação [...] durante a aula; [para preparar as aulas] gostaria de montar aulas em que os alunos pudessem ter acesso aos equipamentos [...] através de página do face, por exemplo; [para se aperfeiçoar] uso bastante a internet para tirar possíveis dúvidas antes de aplicar um conteúdo à turma; recorro ao uso da internet para leitura de artigos, cursos online, entre outros. | Evidenciado |
| P2 | [para ensinar] as possibilidades que o uso de determinada ferramenta oferece e que lousa, giz, lápis e papel não oferecem; [para preparar as aulas] podemos utilizá-las em imagens, vídeos [...] utilizando objetos digitais [...] a partir de programas; o avanço tecnológico é quase que instantâneo; faz necessário um aperfeiçoamento contínuo; cursos que abordem esse assunto deverão ser feitos com frequência. | Evidenciado |
| P3 | [para ensinar] utilizo para jogos matemáticos [...] escritas, pesquisas, exibição de vídeos [...] utilizarei [...] mídias sociais e objetos digitais; [para preparar as aulas] preparar aulas com os recursos digitais é mais fácil e produtivo [...] pesquisar e aperfeiçoar [...] otimizam o tempo; realizar cursos EAD e [...] realizar pesquisas. | Evidenciado |
| P4 | [para ensinar] É dinâmico, faz com que o aluno se interesse, fique mais atento às aulas [...] uma vez que já estão familiarizados com o uso de internet em sua casa; [para preparar as aulas] é um fator facilitador; [para se aperfeiçoar] fez eu entender uma maneira diferente de aprendizagem [...] de sairmos da forma tradicional de ensino. | Parcialmente evidenciado |
| P5 | [para ensinar] faria trabalho com receitas na máquina de pão, calendário, máquina dos cientistas malucos, Abelhinha; [para preparar as aulas] com base na cidade planejada; [para se aperfeiçoar] faria treinamentos; trocaria ideias com parceiros; cursos de aperfeiçoamento. | Parcialmente evidenciado |

Fonte: autoria própria

Para análise consideramos as experiências relatadas e as projeções de ações com uso de tecnologia, por entendermos que os conhecimentos em alguns participantes foram construídos durante o curso de formação continuada e que utilizariam esses conhecimentos oportunamente.

P1, P2 e P3 evidenciaram em suas respostas o conhecimento tecnológico – CT – por contemplarem a menção de dispositivos, recursos e aportes digitais e/ou impressões sobre o uso de tecnologias digitais nas três situações sondadas (ensinar, preparar aulas e ensinar).

Consideramos que nas respostas de P4 e P5 o CT foi parcialmente evidenciado. Entendemos que na resposta de P4 a menção dos elementos nas três situações foi superficial, enquanto na resposta de P5, notamos que o participante mencionou os objetos digitais utilizados no curso de formação continuada, sem indiciar expansão das possibilidades com os recursos utilizados nos objetos, como por exemplo o Excel e não fez menção de tecnologias digitais para se aperfeiçoar.

Na sétima questão propomos: “Fale (o que souber) sobre a relação do uso da tecnologia com o trabalho com a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.”

A questão aferiu o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo algébrico – CTPC.

Esperávamos que nas respostas surgissem algo próximo a estratégias pedagógicas com a utilização das tecnologias digitais, relacionando tecnologias e estratégias visando o trabalho que abrangesse generalização, pensamento relacional, igualdade, sentenças, equivalência, sequências pictóricas, sequências numéricas, sequências repetitivas, sequências recursivas, padrão de formação, proporção, pensamento funcional, atividades exploratórias, atividades investigativas, atividades exploratório-investigativas, com menção de algumas estratégias com dispositivos e recursos digitais em rede ou não.

Análise a posteriori da Questão 7 da Quarta Sessão (Q7S4)

O Quadro 28 apresenta as respostas dos cinco professores à questão 7:

Quadro 28: Respostas a Q7S4

| Participante | Excertos destacados | CTPC |
|--------------|--|-----------------|
| P1 | objeto digital; página no <i>Facebook</i> ; álgebra; situação-problema; sentenças; igualdade; proporção; função; pictórica; numérica; solicitar que os alunos resolvam; levantando hipóteses e checando sua teoria; generalizado; lançando desafios aos alunos; trabalhar em grupo de forma investigativa. | Evidenciado |
| P2 | uso de tecnologia; recursos digitais; uso da internet; <i>Facebook</i> ; <i>Excel</i> ; tornar o fazer e o pensar interessante; investigação e levantamento de hipóteses tão necessárias à generalização; criança perceba que não é apenas um elemento após o outro; sentenças; padrões, sequências; sinal de igual. | Evidenciado |
| P3 | iniciaremos o processo com sequências pictóricas [...] construção do conceito de generalização [...] utilizaremos figuras e investigações dos padrões por trás das sequências; problemáticas sugeridas nos comentários dos posts do <i>Facebook</i> ; função e proporcionalidade [...] investigação e descoberta da regra de formação [...] e da generalização para se determinar qualquer n° em dada posição; o aluno demanda [...] de um processo de abstração [...] através de investigações, registros e discussões em grupos; do simples ao complexo; conceitos de equivalência, generalização e sequências recursivas; relação da posição com os demais termos; marcado pelas animações e objetos digitais que favoreceram as investigações. | Evidenciado |
| P4 | podemos usar os objetos digitais de forma mais produtiva beneficiando a aprendizagem; sentenças; igualdade; equivalência; proporção; sequências recursivas; o uso da internet beneficia o aluno na facilidade de entendimento, pois a interatividade é muito rápida. | Evidenciado |
| P5 | Quadrinhos mágicos; Calendário; Abelhinha, sequência numérica. | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Observamos nas respostas de P1, P2, P3 e P4 que o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – foi evidenciado, por considerarmos que elementos alusivos ao conhecimento de conteúdo – CC – em “[P1] sentenças; igualdade; proporção; função; pictórica; numérica; [P2] sentenças; padrões, sequências; sinal de igual; [P3] sequências pictóricas; figuras; sequências; função e proporcionalidade; conceitos de equivalência; sequências recursivas [P4] sentenças; igualdade; equivalência; proporção; sequências recursivas”, conhecimento pedagógico – CP – em “[P1] situação-problema; os alunos resolvam; levantando hipóteses e checando sua teoria; generalizado; lançando

desafios aos alunos; trabalhar em grupo de forma investigativa; [P2] investigação e levantamento de hipóteses; generalização; [P3] através de investigações, registros e discussões em grupos; do simples ao complexo; [P4] entendimento; interatividade” e conhecimento tecnológico – CT – em “[P1] objeto digital; página no *Facebook*; [P2] uso de tecnologia; recursos digitais; uso da internet; *Facebook*; *Excel*; [P3] posts do *Facebook*; animações e objetos digitais; [P4] objetos digitais” foram notáveis e apresentados de maneira interligada, indiciando a intersecção.

Na resposta de P4 notamos o CP de maneira sutil, no entanto, consideramos as impressões sobre o processo de aprendizagem nos estudantes em “facilidade de entendimento, pois a interatividade é muito rápida” como indícios do CP.

P5 mencionou dois objetos digitais utilizados no curso de formação continuada “quadrinhos mágicos; calendário”, porém não expandiu comentários sobre os recursos digitais utilizados para elaboração dos objetos (*Excel*) tampouco ampliou sua resposta com outras possibilidades. Notamos indícios do CC na menção “sequência numérica”. Consideramos que a resposta não evidenciou o CPTC.

Conclusão da sessão 4

As análises das respostas dos participantes nos remeteram a uma diversidade de elementos alusivos aos conhecimentos que possivelmente foram construídos durante o curso de formação continuada. Nosso objetivo foi aferir quais conhecimentos poderiam ser desenvolvidos por meio do curso, para tanto, aplicamos o questionário ao final da formação.

O questionário final continha questões que aferiram os tipos de conhecimentos descritos por Mishra e Koehler (2006) e suas intersecções em suas relações com álgebra nos Anos Iniciais, que foram semelhantes ao do questionário inicial.

O Quadro 29 sintetiza nossas análises em relação à aferição desses conhecimentos nos participantes com base no questionário final aplicado após a realização do curso de formação.

Quadro 29: Síntese da análise das respostas do questionário final

| | Q1-CPC | Q2-CPC | Q3-CC | Q4-CPT | Q5-CPT | Q6-CT | Q7-CTPC |
|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| P1 | Não evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado |
| P2 | Não evidenciado | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado |
| P3 | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Evidenciado |
| P4 | Não evidenciado | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado | Evidenciado |
| P5 | Parcialmente evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado | Evidenciado | Evidenciado | Parcialmente evidenciado | Não evidenciado |

Fonte: autoria própria

Nas Questões 1 e 2 aferimos o conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC – em que observamos que os participantes apresentaram melhor desempenho na 2ª questão, exceto P5 que manteve o desempenho. Com isso, considerando as duas respostas, notamos que o CPC foi parcialmente evidenciado nas respostas de P1, P3 e P5 e não evidenciado na resposta de P2 e P4.

A Questão 3 avaliou o conhecimento de conteúdo – CC – em que foi evidenciado na resposta de P1, parcialmente evidenciado nas respostas de P2, P3 e P4 e não evidenciado em P5.

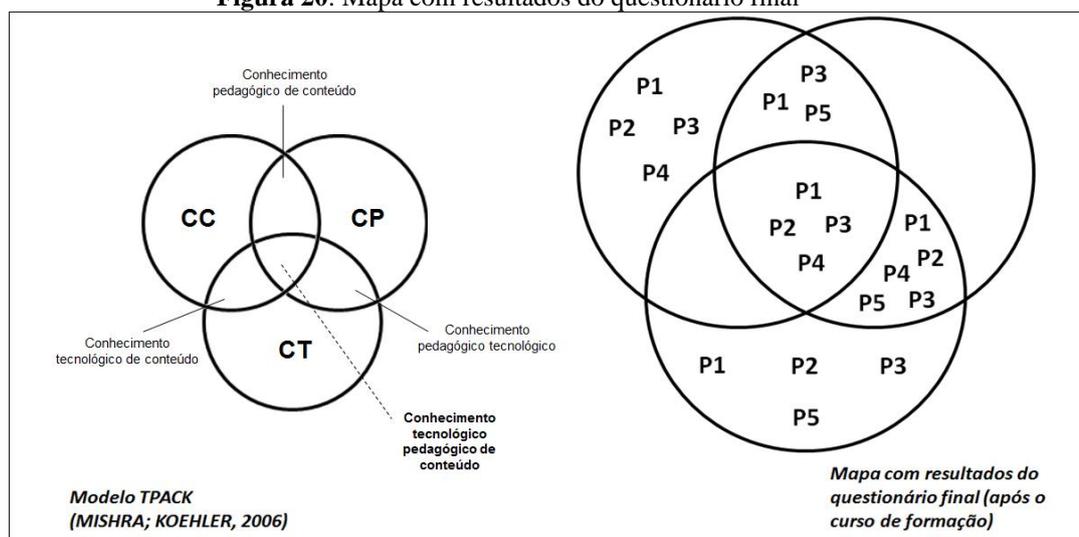
Na quarta e na quinta questão aferimos o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT. Nas respostas de todos os participantes o CPT foi evidenciado. Mesmo que na resposta de P4 na Q5S4 o CPT tenha sido parcialmente evidenciado, percebemos que o participante desenvolveu esse tipo de conhecimento ao considerarmos as respostas das duas questões.

Na sexta questão avaliamos o conhecimento tecnológico – CT. Observamos que nas respostas de P1, P2 e P3 esse tipo de conhecimento ficou evidenciado, sendo parcialmente evidenciado na resposta de P5 e não evidenciado na resposta de P4.

Na sétima questão sondamos a intersecção dos conhecimentos do *TPACK* (MISHRA; KOEHLER, 2006) que se referiu ao conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico - CTPC. Em nossas análises observamos que nas respostas de 4 professores esse tipo de conhecimento foi evidenciado, sendo não evidenciado apenas na resposta de P5.

O mapa disposto na Figura 20 expõe os resultados do questionário final que objetivou investigar os conhecimentos dos professores no que se refere ao conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC - após a realização do curso de formação continuada. Organizamos o mapa com a distribuição de professores considerando tipos de conhecimento evidenciados e parcialmente evidenciados.

Figura 20: Mapa com resultados do questionário final



Fonte: autoria própria

Observamos por meio do mapa que o conhecimento de conteúdo algébrico – CC – conhecimento tecnológico – CT – e o conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC – foi evidenciado ou parcialmente evidenciado em quatro participantes no questionário aplicado ao término do curso de formação continuada.

O conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC – foi evidenciado ou parcialmente evidenciado em três participantes e o conhecimento tecnológico – CT – evidenciado ou parcialmente evidenciado em todos os participantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se desenvolveu a partir das inquietações do pesquisador enquanto formador de professores dos Anos Iniciais da rede estadual de ensino e das mudanças curriculares anunciadas a partir da homologação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), sendo uma delas a unidade temática álgebra para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Com isso, surgiu a necessidade de analisar em que medida um curso de formação continuada para professores dos Anos Iniciais contribui para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo algébrico (MISHRA; KOEHLER, 2006).

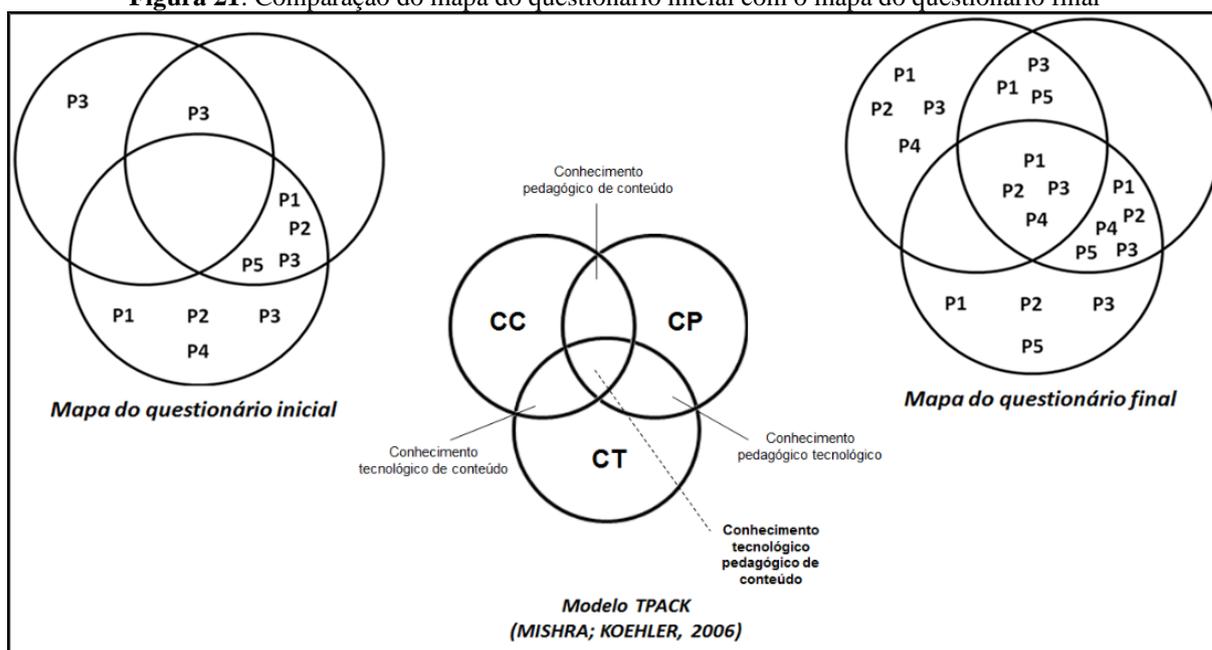
As análises do questionário inicial revelaram que os professores para responderem as questões propostas no início do curso de formação continuada mobilizaram mais conhecimento pedagógico tecnológico – CPT e conhecimento tecnológico – CT, com pouca mobilização do conhecimento pedagógico de conteúdo – CPC – e do conhecimento de conteúdo -CC e nenhuma mobilização do conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

Sobre o CC, esperávamos que os professores ingressassem no curso com lacunas em relação aos conteúdos matemáticos, conforme apontado nos estudos de Abar e Esquincalha (2017).

Ao final da segunda sessão, notamos que os participantes construíram e ou mobilizaram com maior frequência o conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC - e o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico - CTPC. Já ao término da terceira sessão, os participantes construíram e ou mobilizaram com maior frequência o conhecimento pedagógico - CP, conhecimento pedagógico tecnológico - CPT, conhecimento de conteúdo – CC - e conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo – CTPC.

As análises do questionário final mostraram que o curso de formação continuada contribuiu para o desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdo algébrico – CC, conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC, conhecimento pedagógico tecnológico – CPT e o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

Observemos o mapa do questionário inicial com o mapa do questionário final, conforme Figura 21:

Figura 21: Comparação do mapa do questionário inicial com o mapa do questionário final

Fonte: Autoria própria

Podemos notar que do inicial para o final ocorre uma dispersão maior dos participantes pela figura, o que significa que mais professores evidenciaram mais tipos de conhecimentos, após a formação continuada recebida. Destaca-se que apenas P4 deixou de evidenciar conhecimento tecnológico, pedagógico de conteúdo algébrico - CTPC. Acreditamos ter havido problema de interpretação da consigna da questão, uma vez que esse conhecimento já havia sido evidenciado por P4 no questionário inicial.

O curso de formação continuada contribuiu para o desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdo algébrico – CC - em P1, P2, P3 e P4; conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC - em P1, P3 e P5; conhecimento pedagógico tecnológico – CPT - em P1, P2, P3, P4 e P5 e o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC em P1, P2, P3, P4.

Notamos que mesmo sendo uma unidade temática considerada nova para os Anos Iniciais, o curso possibilitou o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo algébrico - CC, evidenciado no mapa de análise do questionário final, apresentando resultados parecidos com as pesquisas de Pupo (2013), Alcântara, Dullius e Carreira (2015) e Ribeiro (2017).

Ao analisarmos a evolução dos professores comparando os resultados do questionário inicial com os do questionário final, notamos que o conhecimento evidenciado por todos os participantes foi o conhecimento pedagógico tecnológico – CPT, assim como

nos estudos de Vieira (2013). Contudo destacamos que o CPTC que era o foco principal da formação foi evidenciado por quatro participantes.

Com base nos tipos de conhecimento que apresentaram maior desenvolvimento, destacamos que a maneira como o curso de formação continuada foi concebido, desde a oferta às tarefas nas sessões, conforme destacamos em nossa revisão de literatura, contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo algébrico – CC, conhecimento pedagógico de conteúdo algébrico – CPC e conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo algébrico – CTPC.

A adesão ao curso foi espontânea, como recomendado nos estudos de Barbosa (2014), as estratégias de formação contemplaram a participação ativa do professor na mobilização e na construção de conhecimentos, momentos de reflexão e discussão sobre a prática sobre o uso de tecnologias, recomendado nos estudos de Ponte, Pereira, Quaresma e Velez (2013), Pupo (2013), Barbosa (2014), Almeida (2015), Brito (2017) Idem (2017).

Para suprir as lacunas do conhecimento de conteúdo matemático conforme esperado (ABAR; ESQUINCALHA, 2017) e desenvolvê-lo junto a outros tipos de conhecimento, estruturamos a formação com base na construção e na articulação dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo de maneira integrada, com tarefas exploratórias e com a mediação do pesquisador-formador, como recomendado nas pesquisas de Branco (2013), Alcântara, Dullius e Carreira (2015), Trivilin e Ribeiro (2015), Abar e Esquincalha (2017), Costa, Prado e Kfourri (2017), Ribeiro (2017); Ferreira, Ribeiro e Ribeiro (2017), Ferreira, Ribeiro e Ribeiro (2018) e Rehfeldt, Quartieri e Giongo (2018).

Atribuímos o êxito de nossa formação aos apontamentos considerados em nosso referencial teórico para planejá-la, em que Ponte, Branco e Matos (2009), recomendaram que é preciso abordar o conhecimento de conteúdo junto aos processos matemáticos por meio de tarefas exploratórias aplicáveis aos estudantes contemplando a generalização de ideias matemáticas.

Consideramos que o modelo *TPACK* (MISHRA; KOEHLER, 2006) foi adequado para aferir os tipos de conhecimento evidenciados ou não pelos professores nas diversas etapas da formação continuada, em que foi possível concluir que o curso de formação continuada contribuiu para o desenvolvimento dos tipos de conhecimento do modelo com vistas ao trabalho com a álgebra nos Anos Iniciais.

Após as análises, notamos que caberiam ajustes nas perguntas dos questionários inicial e final no que tange à solicitação das cinco palavras associadas ao ensino de Álgebra,

pois julgamos que foi pouco eficiente para coletar dados que remetessem a um ou mais tipos de conhecimento. Ao escreverem apenas cinco palavras, os participantes ficaram limitados em expor suas ideias e os dados tornaram-se restritos para análise, exigindo grandes inferências por parte do pesquisador.

Além disso, consideramos que as respostas das tarefas, bem como as dos questionários, foram relativamente limitadas para analisarmos os tipos de conhecimento construídos ou não durante o curso de formação continuada, necessitando de um estudo junto aos participantes na sala de aula, com vistas a analisar o uso dos tipos de conhecimento mobilizados na prática. Desta maneira, poderíamos aferir com mais precisão os tipos de conhecimento de cada participante, antes, durante e após a participação no curso, utilizados em sua prática de sala de aula (objetivo das ações de formação continuada de professores).

Creemos que diante das mudanças curriculares e do desenvolvimento das tecnologias, as formações de professores que visam a articulação de tecnologia, pedagogia e conteúdo se tornarão cada vez mais necessárias. Em nosso ponto de vista, a concepção das formações numa abordagem integrada desses conhecimentos junto a tarefas que levem os professores a refletirem sobre a aplicação em sala de aula podem trazer bons resultados, no entanto, sentimos a necessidade de estendermos os estudos à prática docente, a fim de verificar a aplicabilidade dos conhecimentos construídos e identificados na formação, como concluído por Nogueira, Pessoa e Gallego (2015).

Importa mencionarmos o desenvolvimento do pesquisador durante o as etapas da pesquisa, decorrente da participação do grupo de pesquisa em que acessou e discutiu diversos referenciais teóricos, da participação nas disciplinas do programa e dos encontros junto à orientadora.

Finalmente, a trajetória no mestrado profissional contribuiu para o desenvolvimento do pesquisador como formador de professores, função que ocupa na Rede Estadual de Ensino paulista.

REFERÊNCIAS

- ABAR, C. A. A. P, ESQUINCALHA, A. C. O uso de tecnologias na formação matemática de professores dos anos iniciais. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Duque de Caxias, v.7, n.1, p. 16-28, 2017.
- ABREU M. G. S.; MEGID, M. A. B. A.; ALMEIDA, A. R. Pensamento algébrico: uma discussão com futuras professoras. **REVASF**, Petrolina, v. 8, n.16, p. 03-16, 2018.
- ALCÂNTARA, L. A. G.; DULLIUS, M. M. CARREIRA, S. P. G. O desenvolvimento do professor: uma proposta de formação continuada centrada nas tecnologias e ancorada na prática. **REMAT**, Caxias do Sul, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2015.
- ALMEIDA, J. X. **As concepções de professores ao ensinar quadriláteros nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e as possibilidades de contribuições das TIC**. 2015. 135 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.
- BALDIN, Y. Y. Desenvolvimento do pensamento algébrico no currículo de escola básica: caso de modelagem pictórica da Matemática de Singapura. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, Costa Rica, v. 13, n. 17, p. 31-44, 2018.
- BARBOSA, C. M. A. M. A aprendizagem mediada por TIC: interação e cognição em perspectiva. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v. 11, p. 84-100, 2012.
- BARBOSA, G. L. **Repensar as TIC nas práticas letivas - da formação à integração: um estudo com Educadores de Infância e Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico**. 2014. 257 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação), Universidade do Minho, Braga, 2014.
- BARROS, M. G.; CARVALHO, A. B. G. **As concepções de interatividade nos ambientes virtuais de aprendizagem**. In: SOUSA, R. P.; MIOTA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G. (Org.). **Tecnologias Digitais na Educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 209-232.
- BRANCO, N. C. V. **O desenvolvimento do pensamento algébrico na formação inicial de professores dos primeiros anos**. 2013. 506 f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.
- BRANCO, N. C. V.; PONTE, J. P. A álgebra na formação inicial de professores dos primeiros anos: Uma experiência de formação. **Indagatio Didactica**, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 59-79, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- BRITO, R. C. **Formação continuada de professores de matemática analisada através de um curso em tecnologias digitais**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de

Ciências e Matemática), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 2, n. 7, p. 33-115, 1986.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Editora Aique, 1991.

COSTA, N. M. L.; PRADO, M. E. B. B. A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 8, n. 16, p. 99-120, 2015.

COSTA, N. M. L.; PRADO, M. E. B. B.; KFOURI, S. F. Tecnologia na Formação Continuada: uma Experiência com Tarefas Investigativas para Ensino de Geometria. **Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.**, Londrina, v. 18, n.2, p. 119-125, 2017.

DAY, C. **Desenvolvimento profissional de professores: os desafios da aprendizagem permanente**. Porto: Porto Editora, 2001.

FERREIRA, M. C. N.; RIBEIRO, A. J.; RIBEIRO, M. Álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: investigando a compreensão de professores acerca do Pensamento Algébrico. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 11, n. 25, p. 53-73, 2018.

FERREIRA, M. C. N.; RIBEIRO, M.; RIBEIRO, A. J. Conhecimento matemático para ensinar Álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Zetetiké**, Campinas, v.25, n. 3, p.496-514, 2017.

GUIMARÃES, R. S.; BARLETTE, V. E.; GUADAGNINI, P. H. A engenharia didática da construção e validação de sequência de ensino: um panorama com foco no ensino de ciências. **Polyphonia**, Goiânia, v. 26, n.1, p.211-226, jan –jun/ 2015.

IDEM, R. C. **Construcionismo, conhecimentos docentes e GeoGebra: uma experiência envolvendo licenciandos em Matemática e professores**. 2017. 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

LITOLDO, B. F.; RIBEIRO, M.; MELLONE, M. Conhecimento especializado do formador de professores que ensinam matemática: primeiras reflexões sobre a álgebra e o pensamento algébrico. **Revista de Professores que ensinam Matemática**, Barra do Bugres, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2018.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Nova Iorque, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

NEVES, T. C.; BITTAR, M. Análise da prática de um professor no ensino da matemática: possíveis reflexões em um processo de integração de tecnologias. **EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, v. 5 – n. 3, p. 1-23, 2015.

NOGUEIRA, F.; PESSOA, T.; GALLEGO, M. Desafios e oportunidades do uso da tecnologia para a formação contínua de professores: uma revisão em torno do *TPACK* em Portugal, Brasil e Espanha. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v.4, n.2, p. 1-20, 2015.

PASSOS, C. L. B.; NACARATO, A. M. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 130-131, 2018.

PONTE, J. P.; BRANCO, N. C. V.; MATOS, A. **Álgebra no Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação / Direção-Geral de Integração e de Desenvolvimento Curricular, 2009.

PONTE, J. P.; BRANCO, N. Pensamento algébrico na formação inicial de professores. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 29, n. 50, p. 135-155, out-dez/ 2013.

PONTE, J. P.; MATA-PEREIRA, J.; QUARESMA, M.; VELEZ, I. Formação de professores dos primeiros anos em articulação com o contexto de prática de ensino de matemática. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa**, México, v. 20, n. 1, p. 71-94, 2013.

PUPO, R. A. **O uso das tecnologias digitais na formação continuada do professor de matemática**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Bandeirante Anhanguera, São Paulo, 2013.

REHFELDT, M. J. H.; QUARTIERI, M. T.; GIONGO, I. M. O Desenvolvimento Do Pensamento Pré-Algébrico: Uma atividade planejada para alunos dos Anos Iniciais. **REVEMAT**, Florianópolis, v.13, n.2, p.310-327, 2018.

RIBEIRO, E. S. **O uso do Software de Autoria Visual Class na formação continuada de professores**: uma proposta para o ensino da matemática nos anos iniciais. 2017. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2017.

SAMPAIO, P. A. S. R. Desenvolvimento profissional dos professores de matemática: uma experiência de formação em TIC. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 29, n. 2, p. 209-232, 2016.

TRIVILIN, L. R.; RIBEIRO, A. J. Conhecimento Matemático para o Ensino de Diferentes Significados do Sinal de Igualdade: um estudo desenvolvido com professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Bolema**, Rio Claro, v. 29, n. 51, p. 38-59, 2015.

VALERETO, G. B. D. **Simetria de translação**: identificando possíveis aprendizagens de alunos do 8º e 9º Anos ao utilizar softwares e tarefas. 2018. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

VIEIRA, E. R. Grupo de Estudos de Professores e a apropriação de Tecnologia Digital no Ensino de Geometria: caminhos para o conhecimento profissional. 2013. 251 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2013.

XAVIER, A. J. As concepções de professores ao ensinar quadriláteros nos anos iniciais do ensino fundamental e as possibilidades de contribuições das TIC. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

ANEXO 1 – Questionário Inicial

- 1) Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao ensino de álgebra.
- 2) Comente como pode ser trabalhada a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.
- 3) Considere as sentenças:
 $10+1=8+3$
 $12+1=10+3$
 $13+1=11+3$
 - a) Explique com suas palavras do que se tratam essas sentenças.
 - b) Considerando que os números 1 e 3, presentes nas três sentenças não sofreram alterações, explique a relação entre a alteração nos demais números.
- 4) Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao uso de tecnologias para ensinar.
- 5) Comente como pode ser usada a tecnologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.
- 6) Comente sobre sua experiência acerca do uso de tecnologias:
 - a) Para ensinar
 - b) Para preparar as aulas
 - c) Para se aperfeiçoar
- 7) Fale (o que souber) sobre a relação do uso da tecnologia com o trabalho com a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

ANEXO 2 – Questionário Final

- 1) Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao ensino de álgebra.
- 2) Comente como pode ser trabalhada a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.
- 3) Considere as sentenças:
 $22+1=20+3$
 $23+1=21+3$
 $24+1=22+3$
- a) Explique com suas palavras do que se tratam essas sentenças.
- b) Considerando que os números 1 e 3, presentes nas três sentenças não sofreram alterações, explique a relação entre a alteração nos demais números.
- 4) Escreva cinco palavras que para você, estão associadas ao uso de tecnologias para ensinar.
- 5) Comente como pode ser usada a tecnologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.
- 6) Comente sobre sua experiência acerca do uso de tecnologias:
 - a) Para ensinar
 - b) Para preparar as aulas
 - c) Para se aperfeiçoar
- 7) Fale (o que souber) sobre a relação do uso da tecnologia com o trabalho com a álgebra nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.