

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Katiane de Moraes Rocha

**INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA: UM ESTUDO DA MOBILIZAÇÃO E
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS POR ACADÊMICOS DE UM CURSO DE
PEDAGOGIA**

Campo Grande- MS

2014

Katiane de Moraes Rocha

**INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA: UM ESTUDO DA MOBILIZAÇÃO E
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS POR ACADÊMICOS DE UM CURSO DE
PEDAGOGIA**

Dissertação apresentada à Banca examinadora,
como exigência parcial para a obtenção do título de
mestre em Educação Matemática, pela
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul -
UFMS.

Orientadora: Prof^a. Dra. Marilena Bittar

Campo Grande- MS

2014

Katiane de Moraes Rocha

**INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA: UM ESTUDO DA MOBILIZAÇÃO E
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS POR ACADÊMICOS DE UM CURSO DE
PEDAGOGIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Marilena Bittar

Campo Grande, MS, _____ de _____ de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Marilena Bittar
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Prof^ª. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa
Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN

Prof. Dr. Marcio Antonio da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Prof^ª. Dra. Suely Scherer
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Dedico este trabalho a pessoa que com apenas um olhar me inspira, dá forças e coragem para enfrentar os desafios que a vida me apresenta. Para minha mãe. Eu te amo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me manter firme em meus objetivos e por sempre estar presente ao meu lado me guiando nessa longa e surpreendente jornada que é a vida.

Agradeço a minha família que é a base que me sustenta na realização de todos meus sonhos. Como poderia fazer essa dissertação: sem minhas irmãs Karine e Catilene dizendo que vou ser a irmã rica e me obrigando a me dedicar para tal; sem os meus sobrinhos Camila e Murilo que com apenas um sorriso alegram o meu dia e fazem me sentir a pessoa mais especial do mundo; sem a minha mãe que é a minha inspiração, pois *eu sou o que sou e conquistei o que tenho* graças a ela!

Agradeço as minhas amigas que nas horas difíceis da minha pesquisa e da vida sempre se mostraram dispostas a me ouvir e me ajudar, assim como, sempre tiveram ao meu lado curtindo os bons momentos. Obrigada Adriana, Carol, Dani, Fer, Marilena e Rê, amo todas vocês.

Agradeço aos mestrandos e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática de Campo Grande- MS e aos integrantes do Grupo de Estudo e Tecnologia e Educação Matemática por discutir e contribuir com o meu trabalho. Agradeço também a CAPES por subsidiar esta pesquisa e a banca examinadora da qualificação por contribuir para o aperfeiçoamento desta dissertação.

Agradeço também, a pessoa que foi essencial para realização desse trabalho, minha orientadora Marilena Bittar. Obrigada pela paciência nesses anos que passamos juntas e por aturar essa orientanda topetuda. E não pense que isso é uma despedida: uma vez que entrei na sua vida não saio mais!

O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã.
Leonardo da Vinci

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar o processo de construção de conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo por acadêmicos de um Curso de Pedagogia para o ensino de Geometria plana com o *Superlogo*. Para analisar o processo de construção desses conhecimentos nos fundamentamos na Teoria da Instrumentação que permite compreender as situações em que a ação do sujeito é mediada por um instrumento. Em nossa pesquisa, essas situações envolvem questões relativas à futura prática desses professores e, nesse sentido, a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo fornece elementos que ajudam a compreender o processo de construção de conhecimentos que objetiva a integração da tecnologia na prática dos futuros professores. Para tanto, foi realizado um projeto de extensão com a participação voluntária de acadêmicos do terceiro ano de um Curso de Pedagogia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e cuja formação foi pautada nos pressupostos da Abordagem Construcionista. Foram analisados os dados de 2 acadêmicos relativos aos doze encontros realizados. Nossas escolhas metodológicas foram inspiradas na Investigação Qualitativa em Educação que nos fundamentou na descrição e interpretação dos dados levando em conta as singularidades da nossa pesquisa. As análises evidenciam que essa proposta de formação favoreceu o processo de construção de conhecimentos de futuros professores para o ensino de Matemática. Percebeu-se, também, que os acadêmicos começaram a vivenciar o processo de gênese instrumental relativamente ao *Superlogo*, ou seja, eles mobilizaram e construíram conhecimentos relativos ao uso desse *software* para o ensino. Destacamos que esse processo foi permeado por mobilizações de conhecimentos do conteúdo, da tecnologia, da pedagogia e, ainda, suas articulações. A dupla analisada apresentou dificuldades no uso do software em atividades que contribuísse com o conceito matemático em jogo, entretanto, o momento de elaboração do planejamento contribuiu para a discussão do papel do software na atividade. Acreditamos que um trabalho que articule uma formação na perspectiva que propusemos e o estágio, bem como, discussões que envolvam as várias disciplinas que os acadêmicos de pedagogia irão lecionar, contribuirá para a integração da tecnologia na futura prática desses acadêmicos.

Palavras-chave: Educação Matemática, Professores que ensinam matemática, Formação inicial, Geometria, Tecnologia educacional e Integração da tecnologia.

ABSTRACT

The objective of the present work is to investigate the process building Technological Pedagogical Content Knowledge to undergraduate students of Pedagogy on plane geometry teaching of *Superlogo*. To analyze the building process of this knowledge based us on Theory on Instrumentation allows us to understand the situations in which the subject's action is mediated by an instrument. In our research, these situations involve issues relating to the future practice of these teachers and, in this sense, the approach of Technological Pedagogical Content Knowledge gives information that help to understand the process of knowledge building that aims the technology integration on practice of future teachers. To this end, project within a volunteer participation of students of the third year from the pedagogy from Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) and whose training was based on the assumptions of the constructionist approach. We analyzed the data of two students relative to the twelve meetings. Our methodological choices were inspired by Qualitative Research in Education which grounded on the description and interpretation of the data taking into account the peculiarities of our research. The analysis reveals that the proposal favored the formation process of building knowledge of future teachers for teaching mathematics. It was noticed, too, that the students began to experience the process of instrumental geneses relative to *Superlogo*, other words, they mobilized and built knowledge concerning the use of this software for teaching. We emphasize that this process was permeated by mobilizations of content knowledge, technology, pedagogy, and also your joints. The dual sample showed difficulties in using the software in activities that contribute to the mathematical concept at stake, however, the time of preparation of the planning contributed to the discussion of the role of software in the activity. We believe that a work that articulates a formation perspective we set and stage, as well as discussions involving the various disciplines that academics will teach pedagogy, contribute to the integration of technology in the future of these academic practice.

Palavras-chave: Mathematics Education. Teachers who teach mathematics, Initial teacher training, Geometry, Educational technology and technology integration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quadro dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo.	24
Figura 2 - Modelo das Situações de Atividades Instrumentadas.....	37
Figura 3 - Interface do <i>software</i> Superlogo.....	46
Figura 4- Primeira atividade.....	54
Figura 5- Uma possível solução da atividade do primeiro encontro usando seis comandos.....	55
Figura 6 - Desenho que devia ser completado com triângulos.....	57
Figura 7 – O jogo do tiro ao alvo	61
Figura 8 - Primeira atividade.....	64
Figura 9 – Primeira tentativa de resolver a atividade sem a limitação dos comandos	65
Figura 10- Primeira tentativa de resolver a atividade com a limitação de comandos	65
Figura 11 - Possíveis soluções na representação geométrica de fração.	71
Figura 12 – Possível estratégia para a representação da fração $3/6$	72
Figura 13 – Possível estratégia para a representação da fração $2/5$	72
Figura 14 – Representação da marcação do giro efetuado por Maria.	78
Figura 15- Representação da marcação do giro efetuado por Joana.	78
Figura 16 - Representação da marcação do giro efetuado por Isabela.	78
Figura 17 - Representação da marcação do giro efetuado por Isis.	78
Figura 18 – Primeira tentativa de construir o triângulo equilátero.....	80
Figura 19 – Figura para inspirar o desenho do paralelogramo.	84
Figura 20 – Primeira tentativa de desenhar o paralelogramo.	85
Figura 21 - Tentativa de construir o hexágono.....	87
Figura 22 - Tentativa de construir o pentágono.	88
Figura 23 – Imagem fornecida ao aluno para dar início a atividade.	90
Figura 24 – Imagem obtida após o término da atividade.	90
Figura 25- O jogo do tiro ao alvo.....	91
Figura 26 – Figuras que estavam no planejamento da dupla Isis e Isabela.....	95
Figura 27– Imagem da atividade no <i>Superlogo</i> explicitada no planejamento.....	101
Figura 28 –Gabarito da atividade presente no planejamento.	101
Figura 29 – O jogo do tiro ao alvo	103
Figura 30 – O jogo do tiro ao alvo	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Modos de obter um ângulo do triângulo equilátero no Superlogo.	35
Quadro 2 – Síntese dos encontros realizados no projeto de extensão.	50
Quadro 3 - Perguntas do Questionário.	51
Quadro 4 - Folha que o acadêmico recebeu para a atividade.	62
Quadro 5 - Passos do desenho do hexágono.	81
Quadro 6 - Comandos utilizados para criação do aprenda.	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. CONTEXTUALIZANDO A PESQUISA	15
1.1. A TECNOLOGIA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO INICIAL.....	15
1.2. ABORDAGEM DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DO CONTEÚDO	23
1.3. ALGUNS ELEMENTOS TEÓRICOS E OBJETIVOS DA PESQUISA	28
1.4. TEORIA DA INSTRUMENTAÇÃO	29
2. ESCOLHAS METODOLÓGICAS	43
2.1. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS	43
2.2. O PROJETO DE EXTENSÃO	44
2.2.1 <i>Questionário</i>	50
2.3. APRESENTAÇÃO DAS SUJEITAS ANALISADAS NA PESQUISA E AS RESPOSTAS EXPOSTAS NOS QUESTIONÁRIOS	52
2.4. DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS.....	53
2.4.1. <i>Descrição do primeiro encontro</i>	53
2.4.2. <i>Descrição do segundo encontro</i>	55
2.4.3. <i>Descrição do terceiro encontro</i>	56
2.4.4. <i>Descrição do quarto e do quinto encontro</i>	58
2.4.5. <i>Descrição do sexto encontro</i>	58
2.4.6. <i>Descrição do sétimo ao décimo encontro</i>	59
2.4.7. <i>Descrição do décimo primeiro encontro</i>	60
2.4.8. <i>Descrição do último encontro</i>	62
3. ANÁLISE DE DADOS	64
3.1 CATEGORIA CONHECIMENTO TECNOLÓGICO DO CONTEÚDO (CTK)	64
3.2 CATEGORIA CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (CPK).....	92
3.3 CATEGORIA CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO (TPK)	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
REFERÊNCIAS	135

INTRODUÇÃO

A minha construção como pesquisadora origina-se no momento em que eu me vi imersa em questões acerca do processo do ensino e da aprendizagem da Matemática. Todavia, o caminho para chegar até aqui foi marcado por entraves, escolhas e acasos que oportunizaram a constituição desse trabalho.

A respeito dos acasos, cabe lembrar o momento em que, tendo concluído o Ensino Médio, estive dentro de um ônibus voltando do trabalho e encontrei um colega do ensino médio que, entre os poucos de nós, já cursava uma graduação. Essa situação me inspirou e motivou. Me foi apresentada uma nova perspectiva de futuro. Desse modo, fez-se necessário então, realizar escolhas. Consequência delas foi a entrada na universidade, o abandono do emprego para a dedicação ao curso e o ingresso no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência Programa – PIBID. As dificuldades pessoais e acadêmicas de me manter no curso não me impediram de avançar na minha trajetória acadêmica. Quando iniciei o trabalho no PIBID ouvi falar, pela primeira vez, em um curso de mestrado. Durante esse projeto vivenciei discussões que efervesceram em mim a vontade de ser pesquisadora. Nesse mesmo projeto, encontrei a Professora Doutora Marilena Bittar que com seu profissionalismo e competência fomentou ainda mais a minha vontade de trilhar esse caminho. Ela foi a coordenadora desse projeto, minha orientadora do trabalho de conclusão de curso e tenho a honra de tê-la como orientadora no mestrado. Assim, e a partir desse momento, devido ao nosso trabalho em conjunto nessa dissertação, escreverei na primeira pessoa do plural.

A nossa pesquisa surge de algumas inquietações a respeito do uso da tecnologia no ensino nos anos iniciais durante o nosso estudo na monografia. Esse trabalho foi realizado em um sexto ano do ensino fundamental, ou seja, os alunos haviam recém terminado os anos iniciais. Nesse estudo, trabalhamos em uma perspectiva diagnóstica, por meio da qual percebemos algumas dificuldades no trabalho com as propriedades de figuras geométricas planas, propriedades essas que podem ser mobilizadas quando o professor explora esse conceito no *software Superlogo*. Sabendo dessa possibilidade para o ensino nos anos iniciais questionamo-nos se os professores dos anos iniciais estavam tendo acesso a discussões sobre esse tipo de instrumento. Mais ainda, como é o processo vivenciado por esse professor com vistas à sua prática pedagógica? Essas questões nos levaram a realizar buscas na Internet, programas de pós-graduação, revistas que envolviam a temática, artigos em periódicos, entre

outros, para entender como a tecnologia tem sido discutida no curso de Pedagogia. Nessas buscas percebemos a escassez de estudos relativos a essa temática, o que reforçou em nós o interesse em investigar a tecnologia na formação inicial dos professores dos anos iniciais.

Nesse cenário, buscamos pesquisas acerca do nosso objeto de estudo – a tecnologia educacional na formação inicial – e observamos que alguns autores, que serão abordados no próximo tópico, indicam a necessidade de pesquisas nessa temática (CURI, 2004; VASCONCELLOS, 2009; PURIFICAÇÃO, 2009). Nessa perspectiva, buscamos compreender os processos vivenciados por professores dos anos iniciais e os conhecimentos que esse uso exige dos mesmos. Diante dessas inquietações temos como questão de pesquisa investigar *como e quais conhecimentos são mobilizados ou construídos tendo em vista a integração da tecnologia na prática de futuros professores para o ensino de Matemática nos anos iniciais*.

Ao investigarmos os processos vivenciados pelos professores quando eles usam a tecnologia nos pautamos na Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995, 1999), pois a mesma permite compreender as ações dos sujeitos mediadas por um instrumento. Diante disso, a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo (MISHRA, KOEHLER, 2006, 2009) que trata dos conhecimentos necessários para a integração da tecnologia na prática pedagógica do professor ajuda a melhor compreender o processo vivenciado.

Tendo em vista responder a questão norteadora de nossa pesquisa, propusemos um projeto de extensão para acadêmicos do terceiro ano do curso de Pedagogia, que tinha como objetivo discutir o uso da tecnologia educacional nos anos iniciais. Foram realizados doze encontros que, além de servir como campo de coleta de dados para nossa pesquisa, contribuiu para o processo de formação desses futuros professores. Seis acadêmicos participaram do projeto e os dados obtidos são oriundos das gravações de áudio e da tela do computador. Para análise desses dados fundamentamo-nos nos pressupostos da Investigação Qualitativa em Educação que propiciou a escolha dos instrumentos de coleta de dados, descrição e interpretação dos dados considerando as particularidades da nossa pesquisa.

O presente trabalho está dividido em três capítulos, além das considerações finais. No primeiro, abordamos nosso objeto de estudo trazendo algumas investigações que compõem a nossa abordagem teórica. Nesse sentido, buscamos discutir a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo e, ao final, retomamos nossa questão de pesquisa. Além disso, traçamos nossos objetivos e aprofundamos alguns elementos da Teoria da

Instrumentação usada em nosso trabalho, ainda nesse tópico, buscamos articular essa teoria com a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo. No segundo capítulo evidenciamos nossas escolhas metodológicas: procedimentos, abordagem do projeto de extensão, questionário e a descrição dos encontros. No terceiro capítulo realizamos a análise da produção de cada dupla, dividida em três categorias. Finalmente, nas considerações finais, trazemos os principais resultados obtidos, assim como, perspectivas para futuras pesquisas em Educação Matemática.

CAPÍTULO 1

1. CONTEXTUALIZANDO A PESQUISA

Nesse capítulo, abordamos as discussões que permeiam o nosso objeto de estudo que é a tecnologia educacional na formação inicial de professores que ensinam matemática. Para tanto, discutimos alguns trabalhos que abordam o uso da tecnologia para o ensino, assim como, pesquisas sobre a formação inicial dos professores dos anos iniciais.

Apresentamos, ainda, nossos objetivos traçados para responder nossa questão de pesquisa e alguns elementos teóricos que nos ajudam a compreendê-los. Na sequência, apresentamos e discutimos alguns elementos da Teoria da instrumentação (RABADEL, 1995). Ainda nesse tópico, buscamos articular a Teoria da Instrumentação a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo (MISHRA, KOEHLER, 2006).

1.1. A tecnologia educacional na formação inicial

Ao refletimos a respeito de uma educação de qualidade no Brasil, a formação dos professores se torna primordial nessa discussão. Muitas pesquisas têm buscado investigar e contribuir com o processo de formação de professores (VASCONCELLOS, 2009; CURTI, 2004; NACARATO; MENGALI; PASSOS, 2009; PURIFICAÇÃO, 2002; BITTAR, 2010; PARANHOS, 2005) e são várias as vertentes desses estudos devido a complexidade desse tema. No âmbito da formação de professores, se nos voltarmos para a formação do professor que ensina Matemática temos grandes problemáticas em aberto. Curti (2004) discute a complexidade dos conhecimentos que o trabalho docente exige e com relação a isso a autora aborda que o conhecimento do professor é construído na ação levando em consideração cada situação a que ele é exposto. Além do que, esse conhecimento não é construído somente na sua formação inicial, mas, na sua educação básica e na ação diária de docência, pois, o trabalho do professor é dinâmico e exige que ele esteja sempre em constante adaptação. Nesse sentido, o

conhecimento do professor revela a complexidade do processo de formação inicial desse profissional, seja pelo fato de que esse conhecimento está atrelado à sua vivência anterior, como aluno da educação básica, seja porque é um conhecimento referenciado em situações “concretas” de trabalho. No caso específico da formação inicial de professores polivalentes, que vão estabelecer os primeiros contatos dos alunos com conhecimentos

provenientes de várias áreas (como a Língua Portuguesa, a História, a Geografia, as Ciências Naturais, a Arte, a Matemática), à complexidade de formação agregam-se novos desafios, por exemplo, construir competências específicas para trabalhar com essas diferentes áreas de conhecimento. (CURI, 2004, p.28)

A característica polivalente dos professores dos anos iniciais decorre do fato de lecionarem várias disciplinas e acarreta vários desafios para essa formação. Curi (2004), nessa perspectiva, afirma que dentro dessa formação além de saber lidar com os conteúdos de cada disciplina esse professor tem que considerar as diferentes maneiras de trabalhar com cada uma delas. Especialmente, na Matemática, pesquisas apontam (VASCONCELLOS, 2009; CURI, 2004; NACARATO; MENGALI; PASSOS, 2009) que os futuros professores dos anos iniciais saem da formação inicial com dificuldades relativas aos conceitos matemáticos. Ensinar várias disciplinas e lidar com suas singularidades, provém um desafio acerca de uma formação que atenda as necessidades desse futuro professor. Nesse sentido, Curi (2004) indica a necessidade de pesquisas que trabalhem na temática de formação de professores que ensinam Matemática, em especial, nos primeiros anos do ensino fundamental.

Curi (2004) investigou, dentre outros aspectos, os conhecimentos para ensinar Matemática que devem ser constituídos por professores polivalentes. Nesse sentido, a autora apresenta um panorama sobre a história de alguns cursos que formaram professores dos anos iniciais como, por exemplo, a Escola Normal e o Magistério, ambas em nível médio. Em relação à Escola Normal, ela ressalta alguns fatores da formação proposta nesse curso: ênfase no estudo da psicologia, predomínio de disciplinas de caráter geral - proporcionando uma cultura ampla - e pouca formação específica nas disciplinas. Com relação ao Magistério os aspectos elencados são: os cursos não eram adequados no que tange à uma formação satisfatória para a futura prática do professor; ausência de trabalho aprofundado com os conteúdos específicos e o estágio como algo apenas burocrático. Outros pontos são apresentados pela pesquisadora, mas abordamos esses por acreditarmos que eles nos fornecem uma dimensão das dificuldades que esses cursos enfrentavam. Diante desses problemas no processo de formação dos professores dos anos iniciais a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) 9394/96 definiu que a formação dos professores polivalentes

deveria ser realizada em nível superior. Curi (2004, p.66) se propôs a investigar, em alguns Cursos de Pedagogia¹, se as

orientações propostas nos documentos oficiais estão sendo incorporadas. Em função das finalidades de nossa investigação, focalizamos a análise em ementas de cursos das disciplinas da área de Matemática de 36 Cursos de Pedagogia, de instituições que as disponibilizam na internet, selecionando as que haviam sido reformuladas a partir de 2000.

Essa análise é apenas uma etapa da pesquisa de Curi (2004), relacionada ao nosso foco de interesse. Nessa etapa, além da análise das ementas a autora investigou: a grade curricular, as bibliografias indicadas nas disciplinas e as formações acadêmicas dos formadores. As disciplinas relativas à Matemática encontradas neste estudo foram: Metodologia de Ensino de Matemática, Conteúdos e Metodologia do Ensino de Matemática, Estatística aplicada à Educação e Matemática básica.

A respeito da grade curricular a autora concluiu que a carga horária destinada ao estudo de Matemática é muito baixa e as disciplinas que envolvem esse tema têm, em geral, uma abordagem somente metodológica quase não destinando tempo para o trabalho com os conceitos. Quando esses são trabalhados, se restringem a conteúdos das séries iniciais, e ainda, são estudados em forma de revisão. Além disso, há grande enfoque nas quatro operações com raras aparições da geometria. Com relação à bibliografia a maioria das disciplinas indica livros que envolvem jogos e brincadeiras, e são fornecidas poucas recomendações de livros escritos por educadores matemáticos. Já em relação aos formadores desses cursos, a maioria não tem formação em Matemática. Conclui-se, então, que

é possível considerar que os futuros professores concluem cursos de formação sem conhecimentos de conteúdos matemáticos com os quais irão trabalhar, tanto no que concerne a conceitos quanto a procedimentos, como também a própria linguagem Matemática que utilizarão em sua prática docente. Em outras palavras, parece haver uma concepção dominante de que o professor polivalente não precisa “saber Matemática” e que basta saber ensiná-la. (CURI, 2004, p.77)

O estudo de Curi (2004) permite compreender aspectos a respeito da formação dos professores dos anos iniciais, além disso, ele é fundamentado por um dos referências que compõe a nossa pesquisa, que é a base de conhecimento de Shulman (1986) que discute os conhecimentos que o professor necessita para o ensino. Essa base de conhecimento evidencia

¹ Apesar de ainda existir alguns cursos em Escola Normal a autora encontrou poucas propostas na internet e as apresenta brevemente. Já o curso de Magistério foi extinto, então não é apresentado na análise da autora.

os conhecimentos que permeiam o conteúdo que o professor leciona, desde aspectos gerais, como a legislação do ensino, até questões mais específicas do trabalho na sala de aula. De acordo com Wilson, Shulman & Richert (1987, p.1),

os professores precisam mais do que uma compreensão do conteúdo que se pressupõe que eles ensinem. Eles devem também possuir uma compreensão especializada do conteúdo, a qual permita-se construir uma compreensão na maioria de seus alunos.

No que tange ao *conhecimento do conteúdo*, o professor deve saber como o objeto de estudo é organizado. No caso da Matemática, envolve saber: definições, demonstrações, exemplos, aplicações, entre outros. O autor discute que o

[...] professor precisa não só entender que algo funciona assim; o professor deve entender porque é assim, em quais fundamentos isso é garantido e afirmado, e em quais circunstâncias nossa crença essa justificativa pode ser diminuída ou negada. Além disso, nós esperamos que os professores entendam porque um dado tópico é particularmente central para uma disciplina, ao mesmo tempo em que outro pode ser de alguma forma periférico. (SHULMAN, 1986, p.7)

Quando o professor tem conhecimento do conteúdo as suas escolhas na sala de aula e o modo como relaciona os conceitos estudados são beneficiados. Todavia, esse conhecimento, como Shulman (1986) ressalta, não é suficiente para o trabalho em sala de aula. O professor deve saber como os alunos aprendem, estratégias pedagógicas para trabalhar determinados conteúdos, entre outros aspectos que compõem a categoria *conhecimento pedagógico do conteúdo* que inclui também

os tópicos mais ensinados em uma área disciplinar, as formas mais úteis de representação dessas idéias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos, explicações, e demonstrações- enfim : as forma de representar e formular o tópico que o faz mais compreensivo para outros. (SHULMAN, 1986, p. 8, tradução nossa)

Esse tipo de conhecimento contempla as escolhas que devem ser feitas para explorar um determinado conteúdo na sala de aula, ou seja, engloba questões metodológicas. Assim, o professor deve construir, ao longo do seu desenvolvimento profissional, e também durante sua formação inicial, os conhecimentos do conteúdo e da pedagogia, concomitantemente, para que possa desenvolver o *conhecimento pedagógico do conteúdo*. A falta de algum desses conhecimentos pode ocasionar dificuldades na prática desse futuro professor. Cabe destacar, que os estudos de Shulman (1986) é a base da TPACK que discutiremos no próximo tópico.

Vasconcellos (2009, p.19) investigou “os saberes que os professores dos anos iniciais, em início de carreira, mobilizam para trabalhar os conteúdos de Matemática com seus alunos

e como se dá o processo de constituição dos mesmos, nessa etapa da vida profissional”. A autora ressalta que se os cursos de formação não preparam os acadêmicos para o encaminhamento das suas aulas eles vão buscar em suas experiências da educação básica modos de agir frente aos problemas da sala de aula. Ocorre que essas experiências não consideram, muitas vezes, as discussões da área de educação.

Vasconcellos (2009) afirma, também, que os futuros professores dos anos iniciais muitas vezes ingressam e saem da formação inicial com dificuldades relativas aos conceitos matemáticos que em muitos casos geram desagrado por essa disciplina. Concordamos com a autora quando afirma que

[...] os cursos de formação precisam propiciar aos acadêmicos o estudo dos conhecimentos que serão por eles ensinados nas escolas. Afinal, lacunas nessa área podem interferir e comprometer tanto o preparo e o encaminhamento das aulas, como a escolha e o uso dos materiais didáticos, por exemplo. (VASCONCELLOS, 2009, p.116)

Alguns acadêmicos analisados relatam não ter afinidade com a disciplina de Matemática e muita dificuldade de aprendizagem. No entanto, demonstravam interesse em aprender essa disciplina por fazer parte do futuro trabalho docente, como relata a autora:

[...] os sujeitos revelaram que desejavam ter aprendido, ao longo da formação inicial, conhecimentos matemáticos voltados à prática docente. Para tanto, criticaram o modo como as aulas foram encaminhadas julgando inadequado o trabalho que foi realizado baseado na leitura de textos, carente de resolução de exercícios e de acesso à metodologias de ensino.(p. 62)

Ainda a respeito da pouca formação Matemática existente nos Cursos de Pedagogia, vemos que essa característica está presente no Curso de Pedagogia desde o princípio em alguns cursos como afirmam Nacarato, Mengali e Passos (2009). As autoras apresentam uma retrospectiva curricular apontando efeitos das mudanças das propostas curriculares em âmbito nacional realizadas em 1980, relativas à Matemática nos Cursos de Pedagogia. Grande parte dessas propostas tinha uma intenção construtivista, visto que trazia orientações para que fossem criados ambientes de aprendizagem que permitissem aos alunos construir o conhecimento matemático. No entanto, essas orientações eram muito vagas, não dando ao professor o suporte necessário. Além disso, as autoras, observaram que os professores dos anos iniciais:

[..] em sua maioria, tinham uma formação em nível médio – antigo curso de habilitação ao magistério que lhes dava certificação para atuar na educação infantil e séries iniciais do ensino fundamental. Se, por um lado, alguns destes cursos tinham uma proposta bastante interessante, por outro, na maioria deles não havia educadores matemáticos que trabalhassem com as

disciplinas voltadas à metodologia de ensino de Matemática – muitos eram pedagogos, sem formação específica. Decorre daí, muitas vezes, uma formação centrada em processos metodológicos, desconsiderando os fundamentos da Matemática. Isso implicava uma formação com muitas lacunas conceituais nessa área do conhecimento. NACARATO, MENGALI, PASSOS 2009,p.17)

Nesse sentido, afirmam que tal característica não estava presente somente no curso de magistério, pois o mesmo ocorria nos Cursos de Pedagogia dessa época. Elas observam que ainda há esse caráter metodológico nos Cursos de Pedagogia e na modalidade de curso normal médio existente na época da realização da pesquisa. Como consequência, afirmam que os profissionais polivalentes têm saído dos cursos com poucas oportunidades de formação Matemática.

Ao observarmos os dois aspectos apresentados anteriormente - grande ênfase no estudo das quatro operações nos Cursos de Pedagogia (CURI, 2004), e pouca formação Matemática vivenciada pelos acadêmicos (NACARATO, MENGALI e PASSOS, 2009) - podemos refletir a respeito do campo da Geometria nesse cenário. No estudo apresentado por Curi (2004) vemos que a formação dos acadêmicos dos cursos analisados pode deixar brechas para essa postura de abandono da Geometria, o que é reforçado por Lorenzato:

A geometria é um tema apresentado por currículos de Matemática do mundo inteiro. Isso porque ela é, reconhecidamente, um assunto importante para a formação Matemática dos indivíduos. Mas, apesar disso, cada vez mais os professores deixam de abordar esse importante conteúdo em suas classes. Isso se deve, principalmente, à má formação dos professores que, não tendo um bom conhecimento do assunto, preferem preterir ou suprimir de suas aulas o ensino de geometria. Atualmente há uma preocupação em termos da retomada da Geometria nas aulas de Matemática. (LORENZATO, 1993, 48)

Observamos que há uma preocupação com o campo da Geometria no processo educacional. Ao encontro dessa discussão encontramos, no estudo de Ferreira (2005), um retrospecto, no qual discute os percalços que o ensino da Geometria passou ao longo dos tempos e que se agravaram no período do Movimento da Matemática Moderna. Ressalta que nesse período houve mudança nas propostas de ensino das escolas brasileiras de modo aligeirado e sem preparar os professores. Nesse contexto, a ênfase dada à axiomatização e às estruturas da Geometria acarretavam em dificuldades de compreensão pelos professores que deixavam esse tópico para ser ministrado no final no ano letivo, uma vez não tinham sido preparados para lecionar Geometria desse modo.

Muitas pesquisas (PARANHOS, 2005; PURIFICAÇÃO, 2008) têm buscado estudar meios de reintegração desse campo ao processo de ensino e aprendizagem, e a formação

inicial tornou-se um momento oportuno de se trabalhar essa reintegração. Nesse trabalho, de (re)significação da Geometria, a tecnologia tem sido uma grande aliada por sua dinamicidade, precisão, retroações, entre outras contribuições. *Softwares* como *Cabri-Géomètre*, *Geogebra*, *Superlogo*, *Régua e compasso* podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria (BITTAR, 2010).

Uma vez que a tecnologia está presente em grande parte das escolas brasileiras, torna-se necessário pensar em como usá-la de forma a colaborar para o processo de ensino e aprendizagem. Pesquisas como as de Bittar (2010), Paranhos (2005) e Valente (1997 ; 2002) têm se dedicado a investigar essa temática e apontam contribuições do uso da tecnologia para o ensino de Matemática. Dentre essas potencialidades citamos: feedback, estímulo à criatividade, possibilidade de testar conjecturas e modelar problemas matemáticos, além de muitas outras atividades que seriam inviáveis no ambiente papel e lápis, por exigir muito tempo ou por lidar com erros de precisão que influenciariam, negativamente, no objetivo de uma atividade.

Bittar (2010) discute, além disso, algumas questões que devem ser consideradas, pelo professor, para que haja a integração da tecnologia na sua prática pedagógica, e não apenas a sua inserção, como muitas vezes ocorre. Nesse sentido, faz uma distinção entre integração e inserção da tecnologia na prática docente.

Fazemos uma distinção entre integração para distinguir de inserção. Essa última significa o que tem sido feito na maioria das escolas: coloca-se o computador nas escolas, os professores usam, mas sem que isso provoque uma aprendizagem diferente do que se fazia antes e, mais do que isso, o computador fica sendo um instrumento estranho (alheio) à prática pedagógica, sendo usado em situações incomuns, extraclasse, que não serão avaliadas. Defendemos que o computador deve ser usado e avaliado como um instrumento como qualquer outro, seja o giz, um material concreto ou outro. E esse uso deve fazer parte das atividades rotineiras de aula. Assim, integrar um *software* à prática pedagógica significa que o mesmo deverá ser usado em diversos momentos do processo de ensino, sempre que for necessário e de forma a contribuir com o processo de aprendizagem do aluno. (BITTAR, 2010, p.5)

Nossa pesquisa discute alguns aspectos desse processo de integração da tecnologia na prática pedagógica do professor que ensina Matemática, com o intuito de que haja, de fato, essa integração. Nessa vertente, Paranhos (2005) realizou um estudo com professores do ensino fundamental que não tiveram acesso à tecnologia na sua formação inicial. Essa pesquisadora analisou como se dava o processo de incorporação dessas tecnologias digitais em suas aulas e identificou dificuldades dos professores nesse processo. As principais

dificuldades encontradas foram: o fato de não saberem utilizar os computadores, a falta de estrutura da escola e dificuldades em elaborar atividades motivadoras. A identificação dessas dificuldades foi obtida por meio dos relatos dos professores que participaram de um projeto nos moldes da pesquisa ação, quando discutiram possibilidades do uso da tecnologia em suas aulas. As discussões que emergiram do grupo permitiram-lhes conhecer os *softwares* disponíveis na escola, avançar no preparo técnico, ter mais segurança no trabalho com o computador, perceber o papel do professor nesse processo de integração e a importância de refletir a respeito de sua própria prática. Podemos observar alguns desses aspectos no relato de uma professora:

Não sei se você lembra, mas um dia a gente questionou sobre o problema do *computador estar tomando o lugar do professor na sala de aula*. Acho que esta pergunta tem muito a ver com isso aí. *Que não adianta pegar o software e colocar lá, você tem que saber usar*, quais os objetivos que você quer alcançar dentro daquele programa que está ali. Então *você vai direcionar o aluno* para aquilo que você quer chegar. Eu acho que mudou muito o conceito do que eu achava antes [...]. Então acho *que o professor também vai estar trabalhando* assim, ele vai estar colocando os objetivos que ele quer, dentro daquele *software* e o aluno vá chegar naquilo. Ele não vai chegar sozinho, *tem a presença do professor*, que vai orientar os passos e fazer com que ele alcance os objetivos. (PARANHOS, 2005, p.80, grifo nosso)

As reflexões da professora enfatizam a importância do professor no processo de integração da tecnologia no ensino. Acreditamos que a formação do professor tem que fundamentá-lo para esse processo, até porque, o professor encontra-se imerso nesse vasto mundo de possibilidades e desafios que o uso das tecnologias proporciona, e necessita de apoio tanto na formação inicial quanto na formação continuada. Nosso trabalho surge da intenção de contribuir com discussões e investigações que buscam compreender o processo de integração da tecnologia na prática pedagógica do professor, o que é fundamental para pensar alternativas que contribuam para a formação dos professores frente a esses recursos.

Acreditamos que o professor deve ter acesso à tecnologia educacional desde a sua formação inicial, vivenciando situações que evidenciam a contribuição da tecnologia para o processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, mais possível será a integração da tecnologia em sua prática pedagógica e cremos que a formação inicial é um momento oportuno para começar essa vivência.

Diante do exposto, decidimos realizar nossa pesquisa com acadêmicos de Pedagogia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e utilizando o *Superlogo*, um *software* de programação que permite o trabalho no campo geométrico. A Geometria não é

nosso objeto de estudo, mas é o tema matemático a ser estudado pelos professores com o auxílio do *Superlogo*.

Nesse contexto, elaboramos e ministramos um projeto de extensão, no qual nossos sujeitos estão vinculados. O objetivo desse projeto é a discussão do uso da tecnologia para o ensino de Matemática nos anos iniciais. O projeto possui doze encontros, sendo composto por: discussões teóricas sobre o uso do *Superlogo*, realização de atividades e elaboração de planejamentos com o uso do *software*. A proposta do projeto não era pautada no ensino de como usar o *software*, mas em discussões sobre seu uso para o ensino de Matemática. Os dados para análise são oriundos desse projeto e foram coletados por meio de gravações de áudio e da interface do computador.

No que tange a nossa abordagem na execução do projeto adotamos, no trabalho com os acadêmicos, a postura construcionista (PAPERT,1994), que propõe que o aluno (acadêmico) na interação com o computador tenha um papel ativo e construa o seu conhecimento sobre o objeto estudado. Nessa vertente, o aluno é responsável por sua aprendizagem e o professor não é o detentor do conhecimento e o único responsável pela aprendizagem do aluno. Como os acadêmicos em sua futura prática serão os responsáveis por escolher o *software* e o seu modo de usá-lo, a nossa formação busca que eles desenvolvam autonomia nesse processo de escolha. Diante disso, queremos que eles construam conhecimentos sobre o que devem levar em consideração quando decidem fazer uso de um novo instrumento. Nesse sentido, acreditamos que a Abordagem do Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (MISHRA, KOEHLER, 2006) nos ajuda a entender a mobilização de conhecimentos que o processo de integração da tecnologia exige da prática docente, assim sendo, no próximo tópico discutimos essa abordagem.

1.2. Abordagem do Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo

Nas interações com o instrumento, visando o ensino, são mobilizados diversos conhecimentos. Mishra e Koehler (2006), pautados nos estudos de Shulman (1986), discutem os conhecimentos necessários para a integração da tecnologia no ensino. Mishra e Koehler (2006) ressaltam que Shulman (1986) não desconsiderou as situações que usam a tecnologia, mas, argumentam que existem outros conhecimentos quando, além do componente do conteúdo e da pedagogia, inserimos a tecnologia na prática pedagógica do professor. Segundo Mishra e Koehler (2006, p.1026, tradução nossa)

O que define a nossa abordagem é a especificidade da nossa articulação dessas relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Em termos práticos, isto significa que, além de olhar para cada um desses componentes isoladamente, também precisamos olhar para eles em pares: *conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)*, *conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK)*, *conhecimento tecnológico pedagógico (TPK)*, e todos os três em conjunto como o *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPCK)*.

Além de considerar o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN,1986), os autores observam que a tecnologia faz com que surjam outros conhecimentos. Para compreendermos essas interações eles apresentam o quadro teórico TPACK (figura 1).

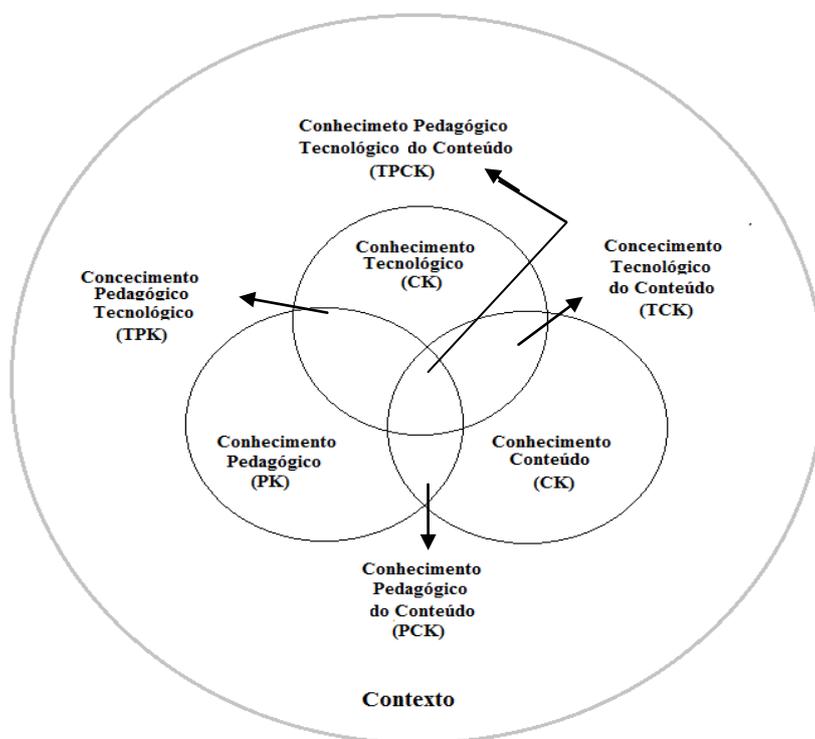


Figura 1 - Quadro dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo.
 Fonte: Koehler e Mishra (2009, p.63).

Notamos as interseções entre os *conhecimentos pedagógico, tecnológico e do conteúdo* que mostram as articulações entre os conhecimentos que permeiam o uso da tecnologia. De acordo com Mishra e Koehler (2006) para a ocorrência da integração da tecnologia na prática do professor é necessário que ele construa o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo. Para compreendermos esse tipo de conhecimento discutimos, a seguir, todas as categorias de conhecimentos presentes nessa abordagem.

O *conhecimento do conteúdo (CK)* engloba os conceitos que serão ensinados. No caso específico da Matemática significa conhecer características da concepção desse conceito, demonstrações, definições, teoremas e outros. A ausência de algum desses conhecimentos pode trazer complicações para o ensino como: apresentação de conceitos errados, abordagem de conceitos sem justificá-los ou comprová-los matematicamente, entre outros.

No que se refere ao *conhecimento pedagógico (PK)* relativo ao “como trabalhar” ele está relacionado aos vários aspectos ligados a sala de aula, tais como: teorias que fundamentam a sua prática e o modo como acredita que ocorre a aprendizagem dos alunos, metodologias, gestão de tempo, a natureza do público trabalhado, valores, objetivos, avaliação e outros (MISHRA, KOEHLER, 2006; KOEHLER, MISHRA, 2009; SHULMAN 1986).

No que tange ao *conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)*, ele envolve saber como o conteúdo é organizado, como ocorre a aprendizagem de alguns conceitos, os conceitos que os alunos trazem para sala de aula, entre outros (MISHRA, KOEHLER, 2006, 2009; SHULMAN 1986). Segundo Wilson, Shulman, & Richert (1987, p.12, tradução nossa)

Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do objeto estudado, eu incluo, para os tópicos mais ensinados em uma área disciplinar, as formas mais úteis de representação dessas idéias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos, explicações, e demonstrações- enfim: a forma de representar e formular o tópico que o faz mais compreensivo para outros.

Mishra e Koehler (2006, 2009) abordam esse tipo de conhecimento pautados no estudo de Shulman (1986) segundo o qual esse conhecimento é mobilizado com intuito de buscar formas de explorar alguns conteúdos, englobando as escolhas de “como” e “o que” apresentar para ocorrer aprendizagem do objeto estudado. O *conhecimento pedagógico do conteúdo* é o que possibilita ao professor traçar e cumprir seus objetivos de aprendizagem na sala de aula. Mas quando o professor usa uma tecnologia o modo como realiza suas escolhas diante do objeto de estudo é influenciado e exige novo conhecimento.

Nesse âmbito, surge o *conhecimento tecnológico (TK)* que envolve conhecer as tecnologias, quais usar para determinada tarefa e como usá-las. Koehler e Mishra (2009) ressaltam que essa forma de conhecimento está sempre em fluxo, pois as tecnologias mudam rapidamente. Assim, afirmam que é impossível uma definição precisa desse tipo de conhecimento, mas argumentam que ele

permite que uma pessoa realize uma variedade de tarefas diferentes, utilizando tecnologias de informação e desenvolva maneiras diferentes de realizar uma determinada tarefa. Esta conceituação de TK não postula um "estado final", mas especialmente, ela vê a maneira desenvolvida, assim

como a evolução ao longo da vida que é gerada na interação com a tecnologia. (KOEHLER, MISHRA, 2009, p.64, tradução nossa)

O TK envolve, por exemplo, saber ligar o computador, salvar arquivos, usar um lápis, baixar e instalar programas, etc. Esse conhecimento é exigido de acordo com a tecnologia utilizada. Cabe ressaltar que esses autores consideram que

a palavra tecnologia se aplica igualmente a analógicos e digitais, bem como novas e antigas tecnologias. Por uma questão de importância prática, no entanto, a maioria das tecnologias em estudo na literatura atual e mais recente é a digital, por ter algumas propriedades inerentes que faz com que seja difícil aplicá-las de forma simples. (KOEHLER, MISHRA, 2009, p.61, tradução nossa)

Assim, podemos dizer que o conhecimento tecnológico está ligado a aprender gerenciar a nova tecnologia na situação desejada. A cada nova atividade e/ou tecnologia o professor tem que (re)construir seus *conhecimentos tecnológicos* para cumprir a sua tarefa. No entanto, só o conhecimento da tecnologia não é suficiente para que o professor integre-a na sua prática. Mishra e Koehler (2006) apresentam, como exemplo, as formações que visam promover somente esse conhecimento, deixando o professor com a responsabilidade de fazer as ligações com o conteúdo e a pedagogia, como se fossem triviais. Os autores argumentam que as

Tecnologias geralmente vêm com as suas próprias obrigações que restringem o conteúdo a ser trabalhado e a natureza das possíveis representações. Essas decisões têm um efeito de ondulação, definindo, ou outras maneiras, ou restringindo, os movimentos de instrução e decisões pedagógicas. Assim pode ser inapropriado ver o conhecimento da tecnologia isolado do conhecimento da pedagogia e conteúdo. (MISHRA, KOEHLER, 2006, p.1025, tradução nossa)

Assim, só o *conhecimento tecnológico* não é suficiente para que o professor use a tecnologia no processo de ensino e aprendizagem. O *conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK)* é outro conhecimento necessário para esse uso, e envolve saber que determinadas tecnologias mobilizam conhecimentos diferentes do objeto estudado. Koehler e Mishra (2009, p.65) ressaltam que “a escolha de tecnologias permite e restringe os tipos de ideias de conteúdo que pode ser ensinado. Do mesmo modo, certas decisões sobre o conteúdo pode limitar os tipos de tecnologias que podem ser usadas”. Portanto, a decisão do professor sobre qual tecnologia usar deve ser coerente com o conteúdo a ser trabalhado; mais que isso, deve, também, contribuir para exploração do conceito estudado, para que o uso desse recurso na situação tenha sentido.

O professor tem que saber, então, quais tecnologias ele dispõe e como elas podem ser usadas no ensino. Assim como, o professor deve saber “como o ensino pode mudar com o resultado de tecnologias específicas” (MISHRA, KOEHLER, 2006, p. 1028). Essas reflexões estão ligadas a categoria que Mishra e Koehler (2006) denominam de *conhecimento pedagógico tecnológico (TPK)* que inclui o conhecimento de que, por exemplo, determinadas tecnologias influenciam a forma como trabalhamos um determinado conceito, por possibilitarem novas estratégias pedagógicas e manipulações desse conceito.

Nesse cenário, quando o professor decide usar a tecnologia ele tem que considerar as três componentes: tecnologia, conteúdo e pedagogia. Mishra e Koehler (2006) abordam que os conhecimentos sobre esses componentes se entrelaçam gerando um novo complexo de conhecimentos, que vai além de cada um deles separados e deve ser mobilizado quando queremos contribuições do uso da tecnologia para o processo de ensino e aprendizagem. Esse complexo de conhecimento é denominado pelos autores como *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPCK)* que

requer uma compreensão da representação dos conceitos usando as tecnologias; técnicas pedagógicas na construção de maneiras para ensinar o conteúdo; o conhecimento: do que faz conceitos serem difíceis ou fáceis de aprender e de como a tecnologia pode ajudar corrigir alguns dos problemas que os estudantes enfrentam; saber o conhecimento prévio dos alunos e das teorias de epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir o conhecimento existente para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. (KOEHLER, MISHRA, 2009, p.66, tradução nossa)

Notamos como as escolhas do professor, relativas ao uso da tecnologia, devem levar em conta muitos aspectos importantes. Os autores ressaltam ainda que esses aspectos mudam de professor para professor e discutem que, por isso, não existe uma única solução para que o professor desenvolva um uso da tecnologia que contribua com processo de ensino e aprendizagem. Portanto, o professor deve estar ciente de que no trabalho de sala de aula quando modifica um dos componentes – tecnologia, pedagogia ou conteúdo – ele deve ajustar os outros dois (MISHRA, KOEHLER, 2006).

Retomando, então, a nossa pesquisa, olhamos para as relações dos acadêmicos com o *software* e para a mobilização dos conhecimentos relativos ao seu uso no ensino, pautados na base de conhecimentos (MISHRA, KOEHLER, 2006). Além disso, nos fundamentamos na Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995), que “fornece elementos teóricos apropriados ao estudo da ação do sujeito, mediada por um instrumento” (BITTAR, 2011, p.160). Nessa

teoria existem dois conceitos centrais: o artefato e o instrumento. O artefato pode ser visto como um objeto ou máquina. São exemplos de artefatos: martelo, calculadora, computador, mapas e etc. Para podermos entender o que é instrumento, devemos compreender o que é um esquema de utilização. Rabardel (1999, p.209) definiu esquemas de utilização “como o conjunto estruturado dos caracteres generalizáveis das atividades de utilização dos instrumentos”. Desse modo, quando o sujeito usa um artefato ele começa a construir esquemas de utilização, nesse sentido, ele agrega conhecimentos ao artefato e o mesmo passa a ser instrumento.

O processo de elaboração do instrumento pelo sujeito, denominado de *gênese instrumental* (RABARDEL, 1995), inicia quando o sujeito começa a usar, manipular um artefato, mas por se tratar de um processo o mesmo não tem um fim. Assim, esse processo é contínuo e está sempre sendo ampliado, pois a cada situação que o sujeito usa o instrumento novos esquemas de utilização podem surgir. Ainda nesse capítulo, retomamos esse processo ao discutirmos a Teoria da Instrumentação. Ressaltamos, aqui, que no nosso trabalho com os acadêmicos buscamos que eles vivenciem o processo de *gênese instrumental*.

Diante disso, adotamos como pressupostos teóricos a Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995), que permite compreender o processo de elaboração do instrumento para o ensino de Matemática, e a abordagem dos conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo (MISHRA, KOEHLER, 2006) para investigar os conhecimentos mobilizados e/ou construídos pelos futuros professores durante esse processo. Acreditamos que vivenciar esse processo de elaboração do instrumento é fundamental para o processo de integração da tecnologia na prática do professor.

A partir do contexto até o momento delineado retomamos a nossa *questão de pesquisa*:

Como e quais conhecimentos são mobilizados ou construídos tendo em vista a integração da tecnologia na prática de futuros professores para o ensino de Matemática nos anos iniciais?

1.3. Alguns elementos teóricos e objetivos da pesquisa

Para responder a nossa questão de pesquisa definimos como *objetivo geral*: *Investigar o processo de construção de conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo por*

acadêmicos de um curso de Pedagogia para o ensino de Geometria plana com o Superlogo.

Traçamos quatro *objetivos específicos* para atingir nosso objetivo geral:

- Investigar, no trabalho com futuros professores dos anos iniciais visando o uso do *Superlogo*, a mobilização e a construção de:
 - ✓ Conhecimentos Pedagógicos do Conteúdo.
 - ✓ Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos.
 - ✓ Conhecimentos Tecnológicos do Conteúdo.
- Analisar o papel das formadoras no processo de mobilização e de construção de conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo.

Esses objetivos foram traçados por acreditarmos que quando o professor resolve fazer uso de um artefato como o *Superlogo*, por exemplo, para apreensão dos conceitos matemáticos, ele tem que mobilizar diversos conhecimentos para esse uso, tais como: os conceitos que ele pode trabalhar no *software*; como esse artefato pode contribuir para o trabalho do conteúdo escolhido; o que é necessário saber do *software* para trabalhar com o objeto matemático em questão; como ele organiza a atividade usando o novo instrumento. Em suma, muitos conhecimentos são mobilizados e construídos no processo de integração de um instrumento à prática pedagógica do professor. Esses conhecimentos se articulam e se complementam para que o professor possa utilizar a tecnologia de forma a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, e são mobilizados durante as interações entre professor, instrumento e objeto matemático a ser trabalhado.

O processo que acreditamos possibilitar a construção dos conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo é o processo de *gênese instrumental*, pois nele o sujeito agrega conhecimentos ao artefato, no nosso caso o *Superlogo*, para que o mesmo possa vir a ser usado em sua ação. Essa visão primária desse processo será melhor discutida no próximo tópico, no qual abordaremos alguns elementos da Teoria da Instrumentação, dentre os quais, situamos o processo de *gênese instrumental*.

1.4. Teoria da Instrumentação

Ao estudarmos o processo de integração da tecnologia na prática pedagógica do professor estamos investigando a relação de um sujeito com essa tecnologia em sua ação. Nesse âmbito, é fundamental entender os processos nos quais os sujeitos constroem conhecimentos relacionados ao uso de tecnologia visando contribuir com o processo de ensino e de aprendizagem. Nessa perspectiva a Teoria da Instrumentação (RABARDEL,

1999) tem se mostrado pertinente para essa investigação, pois ela permite entender as relações estabelecidas entre o sujeito e o artefato. Para Rabardel (1999) o artefato consiste em qualquer meio material, físico ou simbólico, construído para alguma finalidade (RABARDEL, 1995). Nesse sentido, martelo, cadeira, mesa, mapa, qualquer tecnologia, entre outros, são artefatos, sendo que um artefato é apenas um meio que permite a ação do sujeito.

Uma vez que se define o que é um artefato devemos entender quais são as influências da inserção do mesmo na ação do sujeito. Na nossa pesquisa esses sujeitos são os futuros professores e queremos observar os efeitos da inserção de artefatos na constituição da prática desse professor. Rabardel (1999) discute que cada ação do sujeito tem sua especificidade, entretanto, esse autor não se aprofunda no viés da educação. Assim, trazemos para essa discussão a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo (TPACK) que possibilita investigar os conhecimentos mobilizados e/ou necessários pelo professor ao inserir a tecnologia em sua prática pedagógica. Como discutido, anteriormente, esses autores abordam os conhecimentos que o uso da tecnologia (sendo ela contemporânea ou não) requer do professor, mas não discutem os processos que permitem aos professores construir esses conhecimentos. Nesse sentido, a articulação teórica entre a Teoria da Instrumentação e a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo se mostrou pertinente, pois de um lado compreendemos como os conhecimentos para o uso da tecnologia são construídos e de outro quais são os conhecimentos que esse uso exige.

Dentro dessa discussão deve-se notar que por um lado a inserção de um novo artefato na atividade do sujeito (professor) impõe algumas restrições quanto ao seu uso tendo em vista a integração, pois dependendo do artefato utilizado certas ações não são viáveis, conseqüentemente há uma limitação nas possíveis ações dos sujeitos. Por outro lado, essa inserção favorece o surgimento de um leque de possibilidades, pois permite muitas ações que sem a tecnologia não seriam viáveis. Por exemplo, a retroação do *Superlogo* favorece a mobilização, pelo aluno, de propriedades das figuras geométricas planas ao construí-las e possibilita ao professor perceber se o aluno mobilizou conhecimentos das propriedades o que no ambiente papel não seria possível. Isso se dá pelo fato de que no ambiente papel lápis podemos usar a imagem mental que temos da figura sem necessariamente mobilizar suas propriedades. Nessa perspectiva, o uso do artefato exige uma estruturação da ação do sujeito.

As restrições e as possibilidades causadas pela inserção do artefato na atividade do sujeito são duas dimensões que estruturam essa ação e são chamadas por Rabardel (1995), respectivamente, de *atividade obrigatória* e *expansão da gama de possibilidades*. A *expansão*

da gama de possibilidades obtida pelo uso do artefato influencia a ação do sujeito, aumentando as ações e possibilitando novas organizações da sua ação (RABARDEL, 1995). Contudo, ao mesmo tempo em que alguns artefatos oferecem uma gama de possibilidades, outros reduzem as possibilidades ou oferecem elementos não pertinentes para a situação em questão. Nesse sentido, a outra dimensão, *atividade obrigatória*, é fundamental na estruturação da ação do sujeito, pois nessa atividade é necessário

[...] o reconhecimento e processamento das restrições pelo sujeito das situações de atividade instrumentadas, pois para o sujeito o artefato constitui um grupo de restrições que se impõem sobre ele e que deve ser tratada na especificidade de cada uma de suas ações. As restrições são obviamente diferentes seguindo os tipos de atividades em relação ao artefato. (RABARDEL, 1995, p. 133)

O sujeito tem então que compreender as restrições que o uso de um artefato traz para a sua atividade, para que ele possa usá-lo. Por exemplo, a *atividade obrigatória* do sujeito quando o artefato em questão é o *Superlogo*, é compreender o modo como ele funciona, quais objetos matemáticos são possíveis de serem trabalhados nele, entre outros, pois para realizar atividades nele existe uma estrutura própria a ser compreendida nesse *software*. Essa compreensão nos remete ao professor construir conhecimentos relativos ao conteúdo, pedagogia e tecnologia, pois as restrições influenciam na realização e elaboração das atividades pelos professores. Para elaborar uma atividade no *Superlogo*, por exemplo, o professor deve conhecer: algumas propriedades desse artefato; conceitos matemáticos que podem ser trabalhados no *software*; como o *software* influencia no trabalho com o conceito matemático.

As restrições e possibilidades que a inserção da tecnologia traz para a prática do professor evidencia quão complexo é o processo de integração da tecnologia em sua prática. Dentro dessa discussão do processo de integração da tecnologia pensamos ser necessário questionar sobre as influências dessa nas relações do professor com o aluno e o saber. Para tanto, é necessário posicionar-se em uma de duas vertentes, das quais uma delas acredita que o computador não influencia nessa relação e a outra que ele influencia. Na primeira vertente, para que aconteça a apreensão dos conceitos matemáticos é suficiente utilizar o computador do mesmo modo que era feito com o quadro e giz, pois os instrumentos são neutros. Eles são considerados como “simples auxiliares, neutros, que não intervêm como tais sobre a construção dos conhecimentos pelos alunos e sobre as conceitualizações que resultam”

(RABARDEL, 1999, p. 203, tradução nossa). Uma segunda vertente defende que os instrumentos não são neutros, eles

têm duplo uso nas atividades educativas: Para alunos – o seu uso influencia profundamente a construção do saber, no processo de conceitualização; Para professores – podem ser considerados como variáveis sobre as quais podem agir para a concepção e o controle das situações pedagógicas. (RABARDEL, 1999, p.203 tradução nossa)

Acreditamos, assim como Rabardel (1999), que instrumentos diferentes podem permitir conceitualizações diferentes de um mesmo objeto matemático. Por exemplo, ao desenhar um quadrado no ambiente papel e lápis não é preciso, necessariamente, mobilizar as mesmas propriedades de quando o mesmo é feito no *software Superlogo*. Nesse *software* será necessário que o aluno pense no ângulo interno de 90° como o ângulo de giro, pois esse artefato trabalha com o conceito de ângulo como giro. Já a construção do quadrado utilizando o *Cabri-Géomètre* mobilizará outras propriedades que envolvem, inclusive, algumas construções geométricas. Esse exemplo é pertinente para pensarmos a respeito da não neutralidade dos instrumentos na construção de conhecimentos pelo aluno, discutido por Rabardel (1999).

Nesse sentido, o uso de diferentes instrumentos é recomendável, pois esses podem ser utilizados como variáveis didáticas² (RABARDEL, 1999), isto é, para um determinado objetivo de aprendizagem um instrumento é mais conveniente que outro. A noção de variável pode ser notada também no exemplo da construção do quadrado no *Superlogo* e no *Cabri-Géomètre*, pois para o estudo do mesmo objeto matemático podemos utilizar diferentes instrumentos que, como dito anteriormente, propiciarão diferentes conceitualizações. Para tanto, o professor tem que saber como e quais instrumentos ele pode utilizar para colaborar com o processo de conceitualização do aluno.

Em acordo com essa concepção de não neutralidade do instrumento acreditamos que o professor quando decide fazer uso de um material, no nosso caso a tecnologia, deve construir conhecimentos sobre como usá-lo. Nesse sentido, ele tem que vivenciar processos que permitam essa construção e na perspectiva que fundamentamos o nosso trabalho esse processo é denominado de *gênese instrumental*. Segundo Rabardel (1999) é no processo de

2 Variável didática é quando em uma mesma situação variamos um determinado elemento que muda os conceitos em jogo. Por exemplo, encontrar uma reta perpendicular a um ponto de uma reta dada. Nessa situação, podemos usar: instrumentos de construção (compasso e régua) ou software (*Cabri-Géomètre*, *SuperLogo*,...) e em função do instrumento usado é necessário mobilizar diferentes propriedades geométricas; o sujeito é obrigado a mudar de estratégias..

gênese instrumental que o sujeito transforma o artefato em instrumento. Ressaltamos que os termos artefato e instrumento no senso comum podem ser entendidos como sinônimos, mas na Teoria da Instrumentação possuem significados diferentes. Em relação ao artefato temos que

Cada artefato foi projetado para produzir uma classe de efeitos e sua implementação em condições previstas pelos criadores que permita a produção em situação desses efeitos. Em outras palavras, cada artefato dá origem a possíveis transformações do objeto da atividade, que eram esperadas, procuradas deliberadamente e estão sujeitas a se tornar concreto em uso. Assim, o artefato (material ou não) faz uma solução concreta para um problema ou uma classe de problemas levantados socialmente. (RABARDEL, 1999, p.39)

Assim, o termo artefato deve remeter ao meio material (ou simbólico) no qual o sujeito pode agir sobre o objeto da atividade. Cabe salientar, que saber a finalidade do artefato não implica em saber utilizá-lo. Por exemplo, saber que no *Superlogo* é possível trabalhar diversos conceitos matemáticos não é suficiente para o sujeito saiba usá-lo no processo de ensino e aprendizagem. Destacamos, também, que a ação do sujeito usando um artefato não se restringe só às funcionalidades previstas pelos inventores do mesmo (RABARDEL, 1999). A cadeira, por exemplo, foi construída para que as pessoas pudessem ficar sentadas, entretanto, usos diversos são feitos da mesma, tal como, seu uso como escada quando queremos apanhar um objeto que não alcançamos. Desse modo, os sujeitos podem usar as funções propostas na concepção do artefato em sua atividade ou atribuir outras funções, a depender das ações que realizam. Na sala de aula, por exemplo, o processador de texto do computador pode ser usado pela professora de português para o trabalho com a gramática usando a função correção ortográfico, entretanto, essa não é uma função prevista pelos elaboradores de um processador de texto.

Cada artefato tem sua especificidade, pois é portador de uma estrutura própria e de um conjunto de ações possíveis. Assim, quando o sujeito vai utilizar um artefato deve compreendê-lo, para poder administrá-lo em situação. Nesse sentido ele tem que agregar conhecimentos a esse artefato que podem ser ligados à atividade realizada nesse meio ao próprio artefato. Esses conhecimentos são construídos durante a atividade com o artefato, mas mesmo construídos nessa atividade, tendem a se tornar algo estável na ação do sujeito e podem vir a serem mobilizados em situações que pertencem a uma mesma classe. Para Rabardel (1999) esses conhecimentos criados na ação com o artefato são denominados de esquemas de utilização sendo definidos como: “o conjunto estruturado dos caracteres

generalizáveis das atividades de utilização dos instrumentos” (p.210). Segundo o autor eles possuem caráter assimilador, pois “permitem a repetição da ação assegurando a sua adaptação aos aspectos variáveis dos objetos e as situações que pertencem a uma mesma classe. Têm capacidade de acomodação para se aplicar a objetos, classes de situações diferentes” (RABARDEL, 1999, p.210). Ou seja, cada nova atividade que o sujeito é confrontado ele elabora modos de usar o artefato e em situações semelhantes ele mobiliza seus esquemas, nesse sentido, o sujeito assimilou e acomodou esse novo conhecimento. Os esquemas são, portanto, organizações mentais que, dentre outras funções, coordenam o saber fazer.

Uma vez definido o esquema de utilização, Rabardel (1995) apresenta o conceito de instrumento. O autor o define como uma entidade mista que incorpora “o artefato (ou uma fração do artefato) e um ou mais esquemas de utilização” (RABARDEL, 1995, p. 65). Uma fração do artefato, pois por mais que o sujeito não aprenda a usar todos os aspectos do artefato uma parte de sua estrutura e funcionamento deve ser apreendido para a sua ação. No que se refere aos esquemas de utilização, eles são, intuitivamente, o modo como o artefato é usado na ação. Por exemplo, no *software Superlogo* conhecer os comandos básicos *pf*, *pe* e *pd*, não garantem que se consiga construir um quadrado, mas esses comandos em conjunto com alguns esquemas de utilização - possuir quadro lados iguais e ângulos internos de 90° - nos possibilita essa construção. Assim, usando essa fração do artefato – comandos básicos – agregada com os esquemas de utilização supracitado o *Superlogo* se torna um instrumento para construir um quadrado. Desse modo, quando o sujeito constrói esquemas de utilização aquilo que era antes um artefato passa a fazer parte do “arsenal” de possibilidades desse sujeito. Nesse sentido ele tornou-se um instrumento para o sujeito e segundo Rabardel (1999, p.64) é “um meio de capitalização de experiência acumulada”. Reiterando, então, o instrumento é para o sujeito uma fonte de conhecimento construída a partir de suas necessidades nas situações.

Cabe ressaltar que como o artefato é apenas um meio material (ou simbólico) com o qual o sujeito tem que elaborar seu instrumento, então, sujeitos diferentes criam instrumentos diferentes, mesmo estando inseridos em uma mesma atividade com o mesmo artefato. O que dá esse caráter individual ao instrumento é o componente esquema de utilização. Por exemplo, um triângulo equilátero, no *Superlogo*, pode ser obtido mantendo um lado de qualquer tamanho, mas para obter o ângulo interno de 60° um sujeito pode virar a tartaruga para a direita 120 – primeira linha do quadro a seguir- e o outro pode virá-la para direita 180

e na sequência para a esquerda 60 - segunda linha do quadro a seguir. Nessa mesma situação os sujeitos mobilizaram esquemas de utilização diferentes.

Quadro 1- Modos de obter um ângulo do triângulo equilátero no Superlogo.

Comandos usados para construir um ângulo do triângulo equilátero usando ângulos suplementares.	 Posição inicial	 pf 80	 pe 120	 pf 80	
Comandos usados para construir um ângulo do triângulo equilátero usando o conceito de meia volta.	 Posição inicial	 pf 80	 pe 180	 pd 60	 pf 80

Os esquemas de utilização estão ligados a duas dimensões da atividade, uma delas é a *atividade secundária* que está relacionada à gestão das propriedades para o artefato pelo sujeito (RABADEL, 1995). A segunda dimensão é a *atividade principal* que está ligada ao *objeto da ação* do sujeito, na qual o artefato é o meio de ação (RABADEL, 1995). Retomando o exemplo de construir o quadrado, a atividade secundária é saber os comandos básicos e a principal construir o quadrado. Ambas as atividades demandam que o sujeito elabore os seus esquemas de utilização.

O que devemos observar é que cada dimensão da atividade envolve componentes “diferentes” do instrumento, é possível observar que a primeira é relativa ao artefato e a segunda ao *objeto da ação* do sujeito. Desse modo, o autor considera que os esquemas de utilização possuem dois níveis (não hierárquicos) relevantes para entender a relação instrumental e, por conseguinte, a elaboração do instrumento pelo sujeito – são eles: o *esquema de uso* e o *esquema de ação instrumentada*.

Os *esquemas de uso* estão relacionados a aprender gerenciar o artefato, e estão localizados “nos níveis dos esquemas mais elementares [...]”. Sua característica mais distintiva é que são orientados para as atividades secundárias correspondentes as ações específicas e as atividades relacionadas diretamente com o artefato”. (RABARDEL, 1995, p.83, tradução nossa). Para compreendermos o esquema de uso, tomemos como exemplo o *software Superlogo*, no qual o sujeito em sua ação pode perceber que não precisa escrever um comando de cada vez, pois pode escrever várias ações em uma mesma descrição. Ou ainda, observar que quando erra um comando, não existe a opção desfazer e que para efetuar essa ação tem

que desfazer suas ações usando a “operação inversa”. Por exemplo, se a tartaruga virou para a direita 30 para desfazer esse comando é necessário virá-la para a esquerda 30, assim como, se o usou para frente 30 ele deve usar o comando use borracha (*ub*) e deslocar a tartaruga para trás 30 e assim irá desfazer esse comando. Esses exemplos estão ligados ao funcionamento do *Superlogo*, desse modo, são *esquemas de uso* possíveis de serem criados, em atividade pelo sujeito que usa esse *software*.

A construção de *esquemas de ação instrumentada* está ligada a interação do sujeito com o *objeto da ação*³. Esse segundo nível dos esquemas de utilização tem como objetivo “a operação e transformação do objeto da atividade. Este esquema incorpora o esquema de uso como constituinte. Sua característica distintiva é sua relação com a atividade principal”. [...] (RABARDEL, 1995, p.83). Quando o *objeto da ação* do sujeito é construir o quadrado a sua *atividade principal* é o próprio ato de construir essa figura. Nesse ato o sujeito tem que construir esquemas de ação instrumentada que ligados às propriedades dessa figura. Um deles é que se é quadrado, então o polígono tem quatro lados, pois sem esse esquema ele não construirá um quadrado; outro esquema é que deve ter quatro ângulos de 90°. Para construir esse esquema de ação instrumentada são utilizados alguns esquemas de uso. Por isso, Rabardel (1995) afirma que o primeiro tipo de esquema incorpora o segundo.

A criação de esquemas de uso e de ação instrumentada está ligada ao processo de *gênese instrumental*. Assim, identificar esses esquemas é compreender o processo de elaboração do instrumento pelos sujeitos. No nosso caso o objeto da ação dos sujeitos sempre está relacionado, mesmo que implicitamente, ao ensino de Matemática. Desse modo, o uso do *software* deve ser pensado tendo em vista o ensino de conteúdos matemáticos, mesmo que em determinados momentos exploremos mais o conteúdo ou o *software*. Nesse sentido, os esquemas de ação instrumentada a serem construídos estão ligados aos conhecimentos da base de conhecimentos da base de conhecimentos abordados por Mishra e Koehler (2006). Até mesmo quando o sujeito está aprendendo as ferramentas do *software* (conhecimentos tecnológicos) ele vivencia um processo de construção de *esquemas de ação instrumentada*, pois essa é a atividade *principal* do sujeito. Assim, depois que o sujeito elabora esse esquema relativo ao *software* e o mobiliza em outras situações, esse torna um esquema de uso desse sujeito, pois é voltado para o artefato. Como Rabardel (1999) argumenta o fato de ser um *esquema de ação instrumentada* ou de *uso* está atrelado à finalidade da atividade do sujeito.

³O *objeto da ação* com o instrumento, em acordo com Rabardel (1995), é o foco para o qual a ação é direcionada.

Retomando o exemplo de construção do quadrado no parágrafo anterior, se depois que o sujeito aprendeu a construir o quadrado no *Superlogo* ele mobilizar essa construção em outras situações, ele agregou essa nova funcionalidade ao *software*, ou seja, esse se tornou um *esquema de uso* para esse sujeito. Ainda em relação ao esquema de uso, esse pode ser formado de esquemas mais elementares como: puxar, empurrar, digitar, agrupar, entre outras ações relacionadas ao artefato.

Sabendo que é por meio da construção de esquemas que o sujeito transforma o artefato *Superlogo* em um instrumento para o ensino de matemática, temos que entender quais são as situações que permitem essa construção de conhecimentos. Essas situações são definidas por Rabardel (1995) como *situações de atividades instrumentadas (IAS)*, e possuem três polos: o sujeito, o *objeto da ação* e o instrumento. No nosso caso o sujeito é o futuro professor dos anos iniciais, o instrumento é o *Superlogo*, o *objeto da ação* é o que nossos sujeitos tentarão fazer. Os polos compõem uma tríade (figura 2) e existem várias interações entre esses polos na atividade instrumentada: interação sujeito e *objeto da ação* (S-Od), sujeito e instrumento (S-I), instrumento e objeto (I-O) e sujeito com objeto mediada pelo instrumento (S-Om). A imagem abaixo é a representação desse modelo IAS dada por Rabardel.

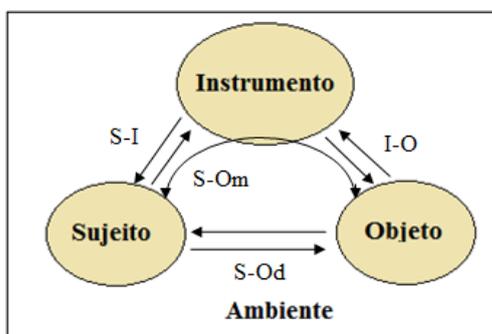


Figura 2 - Modelo das Situações de Atividades Instrumentadas.

Fonte: Essa figura é uma reprodução da apresentada por Rabardel (1995, p.43).

Rabardel (1995) apresenta essa tríade como um meio de analisar as atividades com instrumentos, e nossa análise dos dados deve ser pautada nesse modelo. O instrumento é o intermediário entre o sujeito e o objeto da sua ação sendo, portanto, o mediador dessa ação (RABARDEL, 1995). Nessa mediação haverá momentos em que o instrumento exige e possibilita o conhecimento do *objeto da ação* pelo sujeito. Segundo o autor é “uma mediação de objeto para sujeito que descrevem como uma *mediação epistêmica* em que o instrumento é um meio que permite o conhecimento do objeto” (RABARDEL, 1995, p.63, tradução nossa). Na nossa pesquisa, nos momentos em que os futuros professores estiverem realizando o seu

planejamento ou realizando uma tarefa – proposta por nós – acontecerá essa mediação, ou seja, eles poderão conhecer mais dos objetos matemáticos. Analisaremos as mediações causadas pelo uso do instrumento, pois elas potencializam a mobilização de conceitos matemáticos e a construção de novos conhecimentos.

Ao olharmos para os conhecimentos necessários para que o professor use a tecnologia nas suas aulas, em conjunto, com a tríade apresentada por Rabardel (1995) em que o professor é o sujeito, o *software* é o instrumento e o conceito matemático é o objeto da ação, observamos que esse objeto da ação do professor exige que ele construa *conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo*, pois ele deve articular questões ligadas ao conteúdo, à tecnologia e à pedagogia. Esses conhecimentos emergem nas interações das atividades instrumentadas.

A respeito da interação sujeito e objeto (S-O) o professor terá que mobilizar *conhecimentos do conteúdo* e *conhecimentos pedagógicos*. No que se refere ao *conhecimento do conteúdo* o ensino de um determinado conceito exige do professor saber, por exemplo, na matemática, definições, teoremas, aplicações, entre outras questões que envolvem o conteúdo visado. Para discutir esses conceitos, o professor deve realizar escolhas pedagógicas levando em consideração vários fatores tais como: o nível de escolaridade dos alunos e o seu modo de pensar sobre o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido os *conhecimentos pedagógicos* são mobilizados pelo professor na interação com o objeto de sua ação. Essa interação pode exigir ainda que o professor busque exemplos, explicações para explorar o conceito visado; nessa perspectiva, há também a mobilização do *conhecimento pedagógico do conteúdo*.

Na interação entre sujeito e instrumento (S-I) é exigido do professor a mobilização do *conhecimento tecnológico*, visto que, a existência desse instrumento requer a reestruturação da ação desse profissional. No que se refere a interação entre instrumento e objeto (I-O) o professor deve se atentar para o modo como a tecnologia influencia suas estratégias em sala de aula, mobilizando assim o *conhecimento pedagógico tecnológico*. Outro conhecimento que deve ser mobilizado pelo professor por influência da interação (I-O) é o *conhecimento tecnológico do conteúdo*, pois o instrumento pode agir sobre o conteúdo de um modo que o professor não necessita, ou não deseja, na ação visada.

No que tange a interação entre sujeito o objeto mediada pelo instrumento (S- Om) os conhecimentos relativos aos três componentes – conteúdo, tecnologia e pedagogia – devem ser mobilizados articuladamente, para que as questões que envolvem o ensino com auxílio da

tecnologia sejam consideradas e que esse uso possa contribuir para o processo de aprendizagem. Esse processo de mobilização dos conhecimentos ocorre durante a elaboração do instrumento, ou seja, o processo de *gênese instrumental* perpassa por todas as categorias de conhecimentos. Além disso, essas interações são simultâneas e articuladas, pois o processo de construção de conhecimento não é compartimentado e linear.

As imbricações teóricas, estabelecidas por nós, dessas duas teorias nos fez perceber que o processo de *gênese instrumental* da tecnologia para o ensino é permeado de construção de conhecimentos do conteúdo, da tecnologia e da pedagogia. Assim como, construir esses conhecimentos é viver um processo de gênese instrumental da tecnologia para o ensino. Acreditamos que vivenciar esse processo de construção de conhecimentos é essencial para que haja a integração da tecnologia na prática do professor. Rabardel (1999) aponta que o processo de *gênese instrumental* possui duas dimensões: instrumentalização e instrumentação.

A instrumentalização refere-se à emergência e à evolução dos componentes artefato do instrumento: seleção, reagrupamento, produção e instituição de funções, transformação do artefato (estrutura, funcionamento...) que prolongam a concepção inicial dos artefatos; A instrumentação é relativa à emergência e à evolução dos esquemas de utilização: sua constituição, seu funcionamento, sua evolução bem como a assimilação de artefatos novos a esquemas já construídos, etc. (RABARDEL,1999, p. 9, tradução nossa)

Essas dimensões estão intrinsecamente interligadas, por exemplo, ao realizar as atividades no *software* eles estão aprendendo a estrutura do *software*, instrumentalizando-se, ao mesmo tempo em que elaboram seus esquemas de utilização para a atividade, instrumentando-se.

Rabardel (1995, p.106, tradução nossa) define a instrumentalização:

como um processo em que o sujeito enriquece propriedades do artefato. Este processo é fundamentado em características intrínsecas e propriedades do artefato, e dá-lhes um status em acordo com a ação em andamento e a situação.

Essas propriedades intrínsecas que compõem o artefato podem ser, por exemplo, ferramentas, modo de salvar arquivos em diferentes formatos em um *software*, entre outros. Essas características podem ser agregadas a ação do sujeito e ter um caráter de *função adquirida*. Segundo Rabardel (1999, p. 106, tradução nossa), as propriedades intrínsecas para o sujeito:

constituem uma característica e uma propriedade permanente do artefato, ou mais exatamente o componente artefato do instrumento. A *função adquirida*

é uma propriedade extrínseca, atribuído pelo sujeito para que o artefato possa ser constituído como um instrumento.

Salientamos que cada artefato tem suas propriedades intrínsecas e, ainda, quando algumas dessas funções passam a fazer parte da atividade do sujeito elas se tornam propriedades extrínsecas. Quando essas funções extrínsecas são adquiridas o sujeito está instrumentalizado (RABARDEL, 1995). Rabardel (1995, p. 106) define dois níveis de instrumentalização:

- Em um primeiro nível, a instrumentalização é local, ligada a uma ação específica e às circunstâncias de sua ocorrência. O artefato é momentaneamente instrumentalizado;
- Em um segundo nível, a função adquirida é duradoura e retida como uma propriedade do artefato em relação a uma classe de ações, de objetos da atividade e de situações. A instrumentalização é duradoura ou permanente.

Notamos que o processo de instrumentalização é relativo à elaboração, pelo sujeito, da componente artefato do instrumento. Observamos, também, que esse componente é sempre construído e relacionado à ação do sujeito sob o artefato. Assim, em nossa pesquisa buscamos manter nosso sujeito agindo sobre o artefato, para que seja possível vivenciar esse processo. Quando propomos uma atividade para os acadêmicos eles podem vivenciar esse processo de instrumentalização local, mas conforme eles vão agregando as funções apresentadas em sua prática ela vai se tornando global. Já o processo de instrumentação acontece a cada

Descoberta progressiva das propriedades (intrínsecas) do artefato pelos sujeitos que é acompanhada pela adaptação dos seus esquemas, bem como as mudanças na significação do instrumento resultante da associação do artefato com novos esquemas. (RABARDEL, 1995, p.108, tradução nossa)

Assim, ao mesmo tempo que o sujeito vai conhecendo o artefato por meio de suas propriedades ele mobiliza conhecimentos anteriores na sua ação e os adapta à mesma. Assim, mesmo se ele não conhece determinado *software*, por exemplo, ele teve contato com outras situações que geraram conhecimentos que são (ou podem ser) adaptados à sua ação. Esses conhecimentos são esquemas mobilizados pelo sujeito e, a depender da ação, terão que ser adaptados, por exemplo, alguns *softwares* possuem uma ferramenta que permite desfazer um comando dado enquanto outros não possuem essa funcionalidade.

A gênese desses esquemas, a assimilação de novos artefatos para os esquemas (dando assim um novo significado para os artefatos), a adaptação dos esquemas (contribuindo para as suas mudanças de significação), compõem essa segunda dimensão da gênese instrumental: processo de instrumentação. (RABARDEL, 1995, p.109, tradução nossa)

Assim, quando o sujeito se instrumentaliza e se instrumenta para o uso de uma determinada tecnologia dizemos que ele vivenciou um processo de *gênese instrumental* relativamente a essa tecnologia, ou seja, essa tecnologia se transformou em um instrumento para sua ação. Cabe ressaltar que sujeitos diferentes criam instrumentos diferentes, mesmo quando estão em uma mesma atividade com um mesmo artefato, como Rabardel (1999, p.10, tradução nossa) ressalta

Isto tem uma grande importância no plano didático porque significa que a partir dos mesmos artefatos, múltiplos instrumentos podem ser constituídos ao mesmo tempo pelos estudantes e pelos professores; instrumentos cujos efeitos sobre os processos de aprendizagem podem ser profundamente diferenciados, para melhor... ou para pior. O uso didático dos artefatos não se limita, por conseguinte, à escolha da introdução deste ou daquele no processo formativo. Supõe igualmente que o professor antecipe e gere os seus desenvolvimentos instrumentais, ou seja, defina a zona [área] funcional que deseja ver efetivamente desenvolvida pelos seus alunos, tendo em conta do que eles são capazes, dos esquemas construídos ou a ser construídos e em função dos objetivos didáticos que eles se dão. Isso implica também que o professor deva gerir os desenvolvimentos instrumentais reais.

As discussões até aqui delineadas, nos permitem fazer algumas considerações a respeito do processo de *gênese instrumental*: esse processo não é o mesmo para diferentes sujeitos, que viveram a mesma situação; o professor que optar por fazer uso de um determinado artefato tem que se instrumentar e se instrumentalizar; o instrumento por si só não tem conotação negativa ou positiva, e sim a forma como é utilizado; instrumento é conhecimento, pois é o artefato acrescido de esquemas de utilização; uma vez que o artefato torna-se instrumento nunca mais o mesmo retorna ao estatuto de artefato. Essas considerações reforçam a não neutralidade dos instrumentos. Assim, quando pensamos na tecnologia educacional como um instrumento, podemos perceber a complexidade de sua integração no processo de ensino e aprendizagem. Concluímos, também, que vivenciar o processo de *gênese instrumental* da tecnologia é primordial para que o professor possa vir a usar os recursos tecnológicos na sua prática pedagógica. Acreditamos que, em particular, o processo de *gênese instrumental* do *Superlogo* pelos acadêmicos para o ensino requer que eles mobilizem conhecimentos que estão imbricados no processo de ensino com a tecnologia.

Reiterando algumas articulações entre a Teoria da Instrumentação (TI) e a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos Tecnológicos do Conteúdo (TPACK), reforçamos que a TI não tem como foco estudar as situações que envolvem os processos de ensino e de

aprendizagem. Todavia, ela nos permite compreender as relações dos sujeitos mediadas por qualquer instrumento, em particular, qualquer tecnologia para fim educacional. Além disso, mesmo essa teoria não tendo como foco as relações estabelecidas na sala de aula, ela nos fornece elementos para compreender como os instrumentos influenciam nas conceituações dos alunos e o seu uso como variáveis didáticas. A noção do instrumento como variável (Rabardel, 1999) vem ao encontro das questões que Mishra e Koehler (2006) propõem, quando esse instrumento é uma tecnologia para fins educacionais. Para esses autores o uso da tecnologia fornece, ao professor, novas formas de explorar o conteúdo. Mishra e Koehler (2006 ; 2009), evidenciam os diversos conhecimentos que o professor precisa para usar esses instrumentos de forma a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, Rabardel (195) afirma que o sujeito deve levar em conta a especificidade de sua ação.

Diante do exposto, olhar para os conhecimentos mobilizados nas interações entre professor–objeto–instrumento, é investigar o processo de *gênese instrumental*. Assim como, olhar para o processo de *gênese instrumental* para o ensino é investigar os conhecimentos. Desse modo, a nossa análise caminha ora em uma direção ora em outra, mas sempre caminhando sobre uma mesma via que é o processo de integração da tecnologia na prática pedagógica do professor. No capítulo a seguir apresentamos nossas escolhas metodológicas.

CAPÍTULO 2

2. ESCOLHAS METODOLÓGICAS

Iniciamos o presente capítulo discutindo alguns elementos da investigação qualitativa em educação que vamos utilizar para a coleta dos dados da nossa pesquisa. Na sequência, apresentamos um panorama do projeto de extensão no qual coletamos os dados. Finalizamos o capítulo apresentando o modo como realizamos a nossa análise e situamos os sujeitos que participaram do projeto que são analisados na nossa pesquisa.

2.1. Pressupostos metodológicos

No capítulo 1 discutimos possíveis contribuições do uso da tecnologia para o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática, sendo que o foco da nossa pesquisa é o processo de ensino. Especificamente, buscamos compreender e contribuir para o processo de integração da tecnologia na futura prática de acadêmicos de um curso de pedagogia. Para esse fim necessitamos de uma metodologia que nos permita olhar para esse processo buscando descrevê-lo e interpretá-lo. Ao encontro dos princípios desse estudo está a metodologia de pesquisa *investigação qualitativa em educação* (BOGDAN, BIKLEN, 1994), assim, nossas escolhas metodológicas são fundamentadas nessa perspectiva.

Uma investigação qualitativa não possui um único método ou instrumento de coleta de dados, pois cada estudo tem sua singularidade que torna um método (ou instrumento) mais vantajoso que outro. No entanto, algumas características são constituintes de uma pesquisa nessa abordagem, Bogdan e Biklen (1994) apontam que em uma investigação qualitativa; “*a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal*” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.47), na nossa pesquisa elaboramos um projeto de extensão no qual trabalhamos com os sujeitos, sendo esse nosso ambiente natural. Os dados investigados são oriundos desse projeto e serão descritos e analisados à luz de nosso referencial teórico. Além disso, o trabalho no ambiente natural é necessário no nosso paradigma de como ocorre aprendizagem com a tecnologia, que é por meio da construção do conhecimento pelo sujeito. Nesse ambiente natural procuramos que o sujeito tenha um papel ativo, por acreditarmos essa postura contribui para que ele seja autônomo no uso da tecnologia para o ensino. Cabe pontuar, que ainda nesse capítulo discutimos esse paradigma construcionista que é pautado nos estudos de Papert (1994).

A investigação qualitativa tem uma característica descritiva (BOGDAN, BIKLEN, 1994) que favorece a compreensão do objeto de análise e as conclusões. Essa descrição é fundamental uma vez que os *“investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados e produtos”* (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.49). No nosso caso, analisamos o processo de construção do conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo e não se eles usariam ou não a tecnologia, por exemplo. Outro aspecto que destaca essa visão pautada no processo é o nosso objetivo de analisar o papel das formadoras do projeto, analisamos contribuições delas no processo de construção de conhecimento e quais são os aspectos que podiam ser melhorados. Acreditamos que essas análises contribuem quando na compreensão do processo de integração da tecnologia.

“Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.50), ou seja, por meio da análise dos seus dados buscam fazer inferências, usando as informações, as vezes, isoladas e relacionando-as fundamentado em seus pressupostos teóricos. Essa é a forma de análise que empregamos nessa pesquisa, pois a partir dos dados coletados deduzimos conhecimentos que foram mobilizados e construídos. Nesse tipo de investigação *“o significado é de importância vital na abordagem qualitativa”* (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.50), ou seja, preocupa-se com: o modo que as pessoas dão sentido às coisas, a compreensão de diferentes perspectivas, entre outros. Assim, esse tipo de investigação busca a compreensão mais profunda do seu objeto, tendo ter em conta variáveis que estão relacionadas com o mesmo. Para análise desse objeto, nessa abordagem, o pesquisador deve possuir uma orientação teórica que fundamente suas conclusões e que permita analisar o processo desejado.

Na investigação qualitativa o pesquisador deve ser ético e buscar sempre ser o mais claro possível em sua análise. Afinal, é ele o responsável coletar os dados, expor os fatos, descrever e analisar. Cientes da singularidade de cada trabalho que se enquadra na abordagem qualitativa escolhemos nossos instrumentos de coleta de dados e buscamos descrever cada escolha, apontando como elas no auxiliam a compreender o objeto em estudo. No próximo tópico abordamos como e onde será realizada a nossa coleta de dados.

2.2. O projeto de extensão

Para coordenar o projeto convidamos uma professora da UFMS, do curso de licenciatura em Matemática na modalidade Educação a distância. Essa professora possui

experiência com curso de formação o que contribui com o desencadeamento das discussões. Ela participou tanto da elaboração do projeto de extensão e quanto de sua realização. Na primeira etapa do projeto elaboramos uma proposta para apresentar aos acadêmicos e criamos, em conjunto, as atividades e o questionário empregados no projeto. Detalhamos a seguir cada questão do questionário. Cabe ressaltar que o projeto contou com quatro formadoras que participaram das discussões: a pesquisadora, a orientadora da pesquisa, a coordenadora do projeto e uma mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UFMS. As formadoras são nomeadas como formadora, formadora A e Formadora B e formadora C para facilitar a apresentação da análise.

No início do curso foi realizado um questionário com os participantes do projeto, a fim de conhecermos, ao menos um pouco, cada um deles. O questionário será exposto com mais detalhes no próximo tópico. O projeto contou com a realização de aproximadamente 12 encontros de uma hora e meia para discussões sobre a temática tecnologia e utilizando alguns artigos relacionados ao tema. No projeto propusemos a realização de atividades utilizando o *software Superlogo* e a elaboração de planejamentos possíveis de serem aplicados nos anos iniciais do ensino fundamental e a discussão dos mesmos.

O projeto contou com doze encontros que foram realizados no laboratório de informática, com o uso do *software Superlogo*. As atividades propostas no projeto são realizadas em duplas e são possíveis de serem aplicadas em sala de aula, para que os acadêmicos pudessem integrar esse *software* em sua futura prática. Os encontros possuem uma parte dedicada à discussão em grupo e outra ao trabalho em duplas. Para a coleta de dados usamos os vídeos das tarefas feitas no *software* e as gravações do áudio dos encontros.

Nesse cenário, propusemos uma formação que vai além dos sujeitos realizarem atividades no *software*, pois articulamos questões ligadas ao conteúdo, à tecnologia e à pedagogia, por acreditarmos que a prática do professor exige diversos conhecimentos (MISHRA, KOEHLER, 2006). Desse modo, discutimos, entre outros, alguns conceitos matemáticos, ferramentas do *software* estudado e maneiras de usar o *software* de modo a contribuir que o aluno construa o conhecimento.

Levando em consideração os argumentos (MISHRA, KOEHLER, 2006; BITTAR, 2010) até aqui, foram propostas discussões teóricas sobre o uso da tecnologia, a realização de atividades e a elaboração de planejamentos. Assim, os acadêmicos devem elaborar e aplicar planejamentos, pois a

[...] integração da tecnologia somente acontecerá quando o professor vivenciar o processo, ou seja, quando a tecnologia representar um instrumento importante de aprendizagem para todos, inclusive, e, sobretudo, para o professor, afinal somos reflexo de nossas experiências. (BITTAR, 2010, p.21)

Nessa perspectiva, a integração da tecnologia na futura prática pedagógica dos acadêmicos só poderá acontecer se esses vivenciarem as contribuições que a tecnologia pode trazer para os processos de ensino e de aprendizagem. É nesse sentido que nosso projeto foi proposto; ele buscou propiciar algumas dessas vivências, para que futuramente a tecnologia possa vir a ser usada, pelos acadêmicos em suas aulas. Não estamos afirmando que a realização de um projeto com tempo determinado para iniciar e concluir garante a integração da tecnologia na futura prática desses acadêmicos. Para que a integração ocorra é necessário um tempo longo, pois se trata de um processo. No entanto, é um início na busca de que ocorra integração da tecnologia na prática desse futuro professor, em particular, o *Superlogo*.

O *Superlogo*⁴ possui uma tela branca e no centro da tela uma tartaruga - como podemos notar na figura 3. O usuário deve dar comandos e ensinar a tartaruga a realizar a atividade desejada. Com apenas os comandos para a direita (*pd*), para a esquerda (*pe*) e para frente (*pf*), é possível trabalhar muitos conceitos da Geometria. Os comandos *pd* e *pe*, representam o ângulo de giro que é realizado pela tartaruga, Usando, por exemplo, o comando *pd 90* a tartaruga fará um giro de 90°. O comando *pf* representa o deslocamento e a unidade de medida usada é *pixel*. Por exemplo, *pf 200* a tartaruga irá se deslocar para frente 200 *pixels*. Cabe ressaltar, que existem outros comandos que podem ser utilizados no *software*, sendo esses os comandos básicos na utilização desse artefato. Ressaltamos, também, que esse *software* é aberto e gratuito.

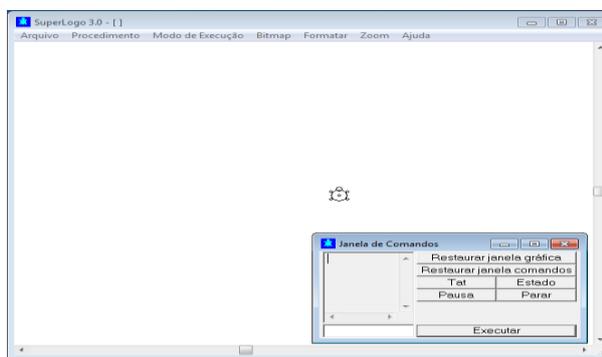


Figura 3 - Interface do *software* Superlogo

⁴Disponível em: http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/soft_geometria.php#slog.

Para trabalhar no *software Superlogo* é necessário entender que a tartaruga tem orientação, cabendo ao aluno guiá-la, dar suas coordenadas para a realização da atividade. Cada comando dado é digitado na janela de comandos (figura 3) e pode ser visualizado a qualquer momento durante a realização da atividade. Desse modo, se o aluno erra o comando ele pode depurá-lo para tentar novamente, assim, o erro pode ser usado para que o aluno repense suas ações.

O *software Superlogo* tem sido utilizado em várias pesquisas (BURIGATO, GREGIO, IBRAHIM, 2008; SILVA, BITTAR, 2006) que apontam suas contribuições para a organização do raciocínio matemático. Ele permite atividades e retroações que o ambiente papel e lápis não possui e que podem favorecer a aprendizagem da Geometria, entre outros.

Não podemos falar de *Superlogo*, sem mencionar Papert (1994), criador da Linguagem LOGO. Esse autor queria que as crianças tivessem acesso a um ambiente no qual pudessem aprender Matemática de um jeito informal.

O problema central para a educação Matemática é encontrar meios para valer-se da vasta experiência da criança em Matemática oral. Pois os computadores podem fazer isso. O uso mais poderoso feito para mudar a estrutura epistemológica da aprendizagem das crianças até o momento foi a construção de micromundos, nos quais as crianças exercem atividades Matemáticas porque o mundo para o qual elas sentem-se atraídas requer que elas desenvolvam habilidades Matemáticas particulares. Simultaneamente, estes mundos combinam em forma com o estilo oral bem-sucedido da aprendizagem da criança pequena. Oferecendo às crianças a oportunidade de aprender e de usar a Matemática através de um modo não-formalizado de conhecer encoraja ao invés de inibir a eventual adoção também de um modo formalizado, exatamente como Máquina do Conhecimento, que, ao invés de desencorajar a leitura, eventualmente estimularia as crianças lerem. (PAPERT, 1994,p.22).

A Matemática tem uma linguagem própria e formal. Esse formalismo é importante e permite a comunicação dentro dessa ciência, além de contribuir para seu avanço e expansão. Entretanto, não podemos e nem devemos apresentá-la aos alunos como um produto acabado e imutável. Concordamos que deve existir um momento de formalização, mas que o professor deve criar mini sociedades científicas nas quais os alunos investigam e conjecturam, construindo o seu conhecimento. Acreditamos que o computador é um meio que pode favorecer esses momentos. Papert (1994, p.36) vivenciou esse processo em seu primeiro contato com o computador quando ficou deslumbrado com as possibilidades de seu uso e inquieto frente esse novo mundo e refletiu:

[...] Eu estava brincando como uma criança experimentando uma vulcânica explosão de criatividade. Porque o computador não poderia proporcionar a

uma criança o mesmo tipo de experiência? Por que uma criança não poderia brincar como eu? O que teríamos que fazer para tornar isso possível?

Estas perguntas lançaram-me em uma nova busca orientada pela robinwoodiana idéia de roubar tecnologia dos senhores dos laboratórios e dá-la para as crianças do mundo. Um primeiro passo na busca foi reconhecer que uma das fontes do poder dos tecnólogos era o esotérico véu de mistério tecido na idéia de programação. A situação é análoga ao modo como sacerdotes de outras eras conservavam o poder, monopolizando a habilidade de ler e escrever e ocultando o que consideravam ser o conhecimento mais poderoso numa linguagem que as pessoas comuns não poderiam entender. Vi a necessidade de fazer linguagens de computador que pudessem “vulgarizar” – tornadas disponíveis para as pessoas comuns e especialmente para as crianças.

Observa-se a essência do que esse autor pretendia ao criar a linguagem LOGO, e acreditamos que realmente temos um tesouro em mãos; o que agora precisamos é saber utilizá-lo de modo a contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem. Para tanto, acreditamos que essa utilização deve ser pautada nos pressupostos teóricos da abordagem construcionista (PAPERT, 1994), que tem como característica a utilização de computadores em atividades visando à construção do conhecimento pelo aluno. Nessa abordagem o aluno é responsável pela sua aprendizagem e o professor é como mediador desse processo. Na abordagem instrucionista o aluno é instruído durante todo o processo de ensino.

[...] A palavra *instruccionismo* visa significar algo muito diferente de pedagogia, arte de ensinar. Ela deve ser lida num nível mais ideológico ou programático como *expressando a crença de que a via para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução* – se a Escola é menos que perfeita, então sabemos o que fazer: ensinar melhor. [...]. A atitude *construcionista no ensino não é, em absoluta, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino*. Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa o resto inalterado. A principal outra mudança necessária se assemelha a um provérbio popular africano: se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. (PAPERT, 1994, p.124, grifo nosso)

Nessa vertente construcionista o aluno é responsável por sua aprendizagem e o professor não é o detentor do conhecimento e único responsável pelo ensino. Um leitor desavisado pode concluir que a presença do professor não é necessária, porém ele é fundamental para “alimentar” o processo de ensino e tem várias responsabilidades tais como: incentivar o aluno a trabalhar, fornecer bons problemas que provoquem desequilíbrios do sistema cognitivo do aluno favorecendo a busca de um novo equilíbrio e, conseqüentemente,

da aprendizagem. Essa postura do professor diminui a quantidade de ensino, mas não perde em termos de apreensão dos conteúdos pelos alunos, ao contrário.

No que diz respeito a abordagem instrucionista, ela é baseada na transmissão de conhecimento do conteúdo para os alunos, sendo que o conteúdo é considerado algo acabado, estabelecido e o aluno deve adquiri-lo. Nessa vertente costuma-se dar grande ênfase à utilização de algoritmos e técnicas; a aprendizagem está associada à quantidade de informações que o aluno absorve.

Apesar de o *Superlogo* ter sido elaborado na perspectiva construcionista, ele pode ser utilizado nas duas abordagens uma vez que seu uso está diretamente ligado à concepção de aprendizagem do professor. Por exemplo, se pedimos que o aluno desenhe um quadrado, ele deve explicitar as propriedades do quadrado, por meio de comandos do *software*. Caso o aluno dê um comando errado para o *software*, ele (o aluno) receberá uma figura diferente da esperada. Baseado nessa retroação, e com as mediações do professor, ele tentará novamente desenhar o quadrado. Esse processo se repetirá até a obtenção da figura desejada. Vemos, nesse exemplo, que o tempo todo o aluno interage com o *software* e possui um papel ativo na elaboração do seu conhecimento. No entanto, essa mesma atividade pode ser proposta pelo professor de modo que ele dê os comandos que formarão um quadrado, instruindo o aluno a seguir receitas e não a pensar sobre a ação a ser desenvolvida.

No nosso trabalho com os acadêmicos adotamos como postura a abordagem construcionista, por acreditamos que essa pode contribuir para apreensão dos conhecimentos do conteúdo, tecnológicos e pedagógicos, uma vez que o sujeito participa ativamente do seu processo de aprendizagem. Não fazemos uma formação em que damos receitas de como usar a tecnologia, pois não acreditamos que os professores precisam de mais informações e, sim, tornarem-se autônomos com relação ao uso da tecnologia para o ensino. Do mesmo modo, pensamos que o professor deve usar a tecnologia para que o seu aluno construa o conhecimento e não dar somente informações deixando para o aluno o papel de decorar. Nesse sentido, buscamos que os acadêmicos percebam a contribuição do trabalho nessa abordagem no processo de ensino e aprendizagem.

Para os encontros do projeto não fizemos um programação fechada, nesse sentido, partimos de algumas ideias iniciais que pretendíamos trabalhar ao longo dos encontros, por exemplo, propor atividades que possam ser realizadas nos anos iniciais, desse modo, mais possível será a integração da tecnologia na futura prática desses professores. Outra questão a ser discutida refere-se às potencialidades do uso do *software* nas atividades propostas por nós.

Todavia, além de propormos atividades queríamos que os acadêmicos elaborassem planejamentos e discutissem a abordagem construcionista, entre outros. Assim, tínhamos uma proposta inicial somente para os dois primeiros encontros; os demais foram planejados em decorrência do encontro anterior. Desse modo, trazemos a síntese de cada encontro no tópico 3.4, pois a partir da análise do que aconteceu no encontro anterior apresentamos o posterior. Para dar uma ideia inicial do que foi abordado no projeto, apresentamos no quadro a seguir uma síntese do que foi realizado em cada encontro.

Quadro 2 – Síntese dos encontros realizados no projeto de extensão.

Data dos encontros	Tema
05-11-2012	Atividade que trabalhava o conceito de lateralidade no <i>Superlogo</i> .
19-11-2012	Discussão da abordagem instrucionista e construcionista, em conjunto, com a construção do quadrado e do triângulo equilátero.
03-12-2012	Discussão de um modelo de planejamento e estudo do conceito de ângulo externo. Retomada da construção do triângulo equilátero e construção do hexágono regular.
10-12-2012	Troca de planejamento, entre as duplas, para que uma analisasse o planejamento da outra.
17-12-2012	Apresentação do planejamento de cada dupla.
21-01-2013	Discussão das propriedades do paralelogramo e do hexágono.
04-02-2013	Análise e apresentação de uma síntese dos conceitos de Geometria plana em alguns livros dos anos iniciais.
18-02-2013	Apresentação de planejamento.
25-02-2013	Apresentação de planejamento.
04-03-2013	Apresentação de planejamento.
11-03-2013	Atividade que trabalhava com a amplitude dos ângulos no <i>Superlogo</i> .
12-03-2013	Discussão de encerramento do projeto.

Antes de iniciar os encontros aplicamos um breve questionário apresentado no subtópico a seguir.

2.2.1 Questionário

Esse questionário tinha como objetivo observar algumas experiências dos acadêmicos com a tecnologia e os motivos que os levaram a participar do projeto. Nesse sentido, elaboramos questões que permitissem identificar as experiências dos acadêmicos com a tecnologia, no ambiente escolar e na vida pessoal, e com a Matemática, mais especificamente a Geometria. Ele é composto pelas seguintes questões:

Quadro 3 - Perguntas do Questionário.

Quais suas expectativas em relação à participação nesse projeto?

Escreva sobre as tecnologias que você usa e a respeito de como e para que utiliza?

Durante o ensino básico você teve alguma experiência com o uso de tecnologia? Escreva sobre ela! O que você achou dessa experiência?

Desde que você começou a graduação teve alguma experiência que discutisse ou usasse a tecnologia? Fale um pouco sobre ela. O que você achou dessa experiência? Participou de algum evento ou formação que discutisse o uso de tecnologias?

Escreva sobre a sua trajetória escolar em relação a disciplina de Matemática.

O questionário foi usado, em nossa pesquisa, para traçar um perfil inicial dos acadêmicos. Desse modo, a primeira questão buscava compreender as expectativas dos cursistas em relação ao curso. A resposta a essa questão visava manter os acadêmicos mobilizados relativamente à participação no curso, pois podíamos discutir temas de interesse dos acadêmicos. Além disso, podia revelar alguns conhecimentos que eles desejam construir durante o curso.

Na segunda questão pedimos que escrevam sobre as tecnologias que usam e sobre “como” e “para que” eles utilizam as mesmas. Assim, por meio da resposta a essa questão podemos saber, um pouco, quais e como as tecnologias estão presentes na vida desses sujeitos. Na nossa pesquisa essa questão ajuda a observar como os sujeitos se relacionam com esse recurso.

A tecnologia é recente nos processos de ensino e de aprendizagem, sendo assim é possível que nossos sujeitos não tenham vivenciado a sua utilização no seu ensino básico. Entretanto, como há a possibilidade recorremos à questão: durante o ensino básico você teve alguma experiência com o uso de tecnologia? Fale um pouco sobre ela? O que você achou dessa experiência? Para ter noção de “como” e “se” a tecnologia esteve presente na vida escolar dos acadêmicos. Essa questão possibilita observarmos se os acadêmicos já possuem exemplos de uso da tecnologia em sua educação básica.

A questão quatro busca propiciar a compreensão da relação dos sujeitos com a tecnologia. Queremos saber se houve alguma discussão ou uso da tecnologia na graduação, assim, elaboramos as seguintes questões: Desde que você começou a graduação teve alguma experiência que discutisse ou usasse a tecnologia? Escreva sobre ela. O que você achou dessa experiência? Participou de algum evento ou formação que discutisse o uso de tecnologias? Pretendemos com essas perguntas identificar algumas experiências a respeito da tecnologia vivenciadas pelos acadêmicos.

Outro fato a ser estudado e de suma importância para entender brevemente o contexto de cada sujeito, é a respeito da relação dos sujeitos com a disciplina de Matemática e assim os acadêmicos devem escrever sobre a trajetória escolar em relação a essa disciplina. Entender um pouco das aflições dos acadêmicos contribui para nosso trabalho durante as atividades, pois permite adequar a nossa proposta às necessidades deles.

O questionário foi realizado individualmente e antes dos encontros com o grupo. Nos encontros serão aplicadas as atividades, que constarão de momentos de discussões, realização de atividades propostas por nós, elaboração de atividades pelos acadêmicos e aplicação de atividades deles. Para entendermos a dinâmica dos encontros discutiremos cada um quanto aos objetivos, procedimentos de coleta de dados, entre outras considerações pertinentes para a compreensão desses.

2.3. Apresentação das sujeitas analisadas na pesquisa e as respostas expostas nos questionários

No projeto participaram oito acadêmicas⁵ Carla, Isis, Isabela, Gabriela, Ana, Alice, Joana e Maria. Dessas acadêmicas duas delas foram somente a um encontro: Gabriela foi ao primeiro encontro e Carla ao segundo. As demais acadêmicas - Isis, Isabela, Ana, Alice, Joana e Maria – participaram até o fim do projeto. Todas as acadêmicas estavam matriculadas no sexto semestre do curso de Pedagogia da UFMS. Durante a realização do projeto as acadêmicas trabalharam em dupla, mas, quando alguma acadêmica faltava, a atividade era feita individualmente. As duplas são Isis/Isabela, Ana/Alice e Joana/Maria.

Para nossa pesquisa analisamos somente a dupla Isis/Isabela, por serem a dupla com maior frequência no projeto. Contudo, em momentos que as demais acadêmicas estão participando trazemos a tona suas falas, pois acreditamos que o meio que as nossas sujeitas vivenciam contribui para a construção de seus conhecimentos.

Para conhecermos um pouco das acadêmicas analisadas, apresentaremos uma breve descrição delas pautados nas respostas fornecidas ao questionário e em nosso convívio no projeto.

Isabela esperava que sua participação no projeto pudesse ampliar o seu conhecimento sobre a Matemática e sobre métodos de ensino. Como tecnologia ela usava o computador no qual realiza pesquisas. A acadêmica teve aulas no laboratório de informática quando era

⁵ Os nomes das acadêmicas são fictícios e por serem todas mulheres a partir desse momento iremos nos referir sempre no feminino, por exemplo: acadêmicas e futuras professoras.

estudante da educação básica, mas acredita que podiam ter sido mais exploradas. Ela afirma que durante a sua formação no ensino superior não teve qualquer experiência que discutisse o uso da tecnologia. Com relação à Matemática ela diz ter tido dificuldades, mas conseguia acompanhar os professores durante as aulas da educação básica; ressalta que quando iniciava um novo conteúdo esquecia o anterior.

Isis tem a expectativa de adquirir novos conhecimentos no projeto sobre a área de Educação Matemática e sobre opções de *software*. Ela usa o computador no seu cotidiano para acessar redes sociais, realizar trabalhos e verificar e-mails. A acadêmica não teve experiência com o uso da tecnologia no seu ensino básico. Entretanto, vivenciou uma experiência com o uso de *software* que possibilitava construir histórias em quadrinhos durante a formação inicial. Com relação à Matemática afirma que a sua quinta série não foi fácil, pois tinha um professor que mandava as crianças no quadro e elas choravam. Notamos que o computador faz parte de algumas atividades das acadêmicas e que a tecnologia para fins educacionais é pouco discutida na formação das acadêmicas.

Durante os encontros do projeto Isis e Isabela tiveram comprometimento com as atividades realizadas. Elas, frequentemente, buscavam levantar dúvidas relativas aos conceitos matemáticos se mostrando dispostas a superar as dificuldades que elas mesmas diziam ter em relação à matemática. As duas sempre participavam dos debates em sala, o que foi primordial para a nossa análise.

2.4. Descrição dos encontros

O projeto de extensão não possuía uma programação definida, pois o objetivo era caminhar de acordo com o ritmo e as necessidades das acadêmicas participantes da pesquisa sempre buscando superar as dificuldades encontradas. Assim, a cada encontro realizado fazíamos uma breve análise para propor o próximo encontro, de modo que cada um deles tem influência do anterior e, por isso, os encontros são descritos em sequência

2.4.1. Descrição do primeiro encontro

A atividade realizada no primeiro encontro⁶ tinha como objetivo auxiliar na discussão do *software* para o ensino de Matemática nos anos iniciais. Além disso, essa atividade é

⁶ Esse encontro aconteceu no dia 05 de novembro de 2012 e participaram dele sete acadêmicas: Isis, Isabela, Gabriela, Ana, Alice, Joana e Maria

possível de ser realizada nos anos iniciais por requerer apenas conhecimentos relativos ao ano de escolaridade visado. O *objeto da ação* (RABARDEL, 1994) dessa atividade era: sair de um ponto A - local em que se encontra a tartaruga - e chegar à região quadrangular R passando primeiro, e obrigatoriamente, por todos os círculos, conforme a figura a seguir.

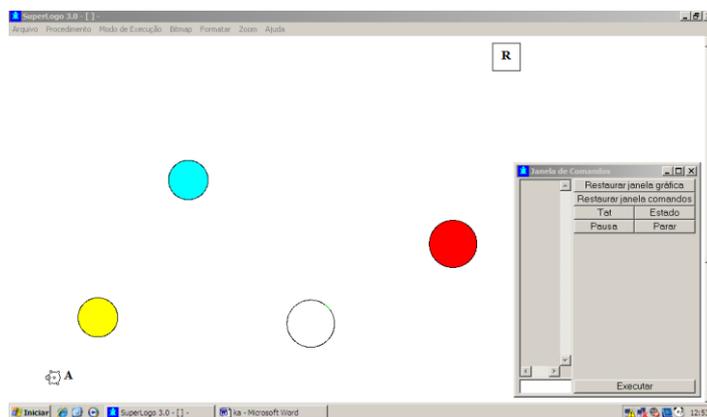


Figura 4- Primeira atividade.

Nessa atividade explora-se o conceito de lateralidade e o de medida de ângulo, sendo que a noção de lateralidade, muito presente nos anos iniciais, é requerida no momento de fazer a tartaruga passar por cada obstáculo desejado. A medida do ângulo é trabalhada no momento de escolher o giro necessário para passar por cada obstáculo. Desse modo, os esquemas de ação instrumentada a serem mobilizados envolvem o conceito de lateralidade e a estimativa da medida do ângulo, pois esse esquema está diretamente ligado ao objeto da ação das acadêmicas. A atividade foi realizada em duas etapas, na primeira delas não havia limitação quanto à quantidade de comandos a serem utilizados, já na segunda, as acadêmicas podiam usar somente dez comandos.

Para resolver a atividade não foi exigida uma ordem para a escolha dos círculos, assim, essa tarefa poderia ser resolvida de diversos modos. Todavia, há soluções mais econômicas, ou seja, com menor quantidade de giro e deslocamento a serem efetuados. Para obter uma solução desse tipo as acadêmicas deveriam passar por dois obstáculos com apenas um comando e, desse modo, seria possível resolver a atividade com três giros e três deslocamentos. Nessa solução a tartaruga deve passar pelos círculos azul e amarelo, com um mesmo comando, e ainda, pelo vermelho e pelo quadrado, com outro comando. Na figura 5 apresentamos uma solução ideal, obtida usando os comandos: *pd 120 pf 415 pd 120 pf 600 pe 140 pf 800*. Ressaltamos que essa solução não é fácil, pois o caminho escolhido inclui passar

primeiro pelo círculo amarelo e a medida do ângulo que deveria ser usada pertenceria ao intervalo $[102^\circ, 123^\circ]$. Além disso, a solução exige que se acerte o círculo amarelo e o azul ao mesmo tempo e para isso o giro a ser efetuado deve estar no intervalo $[113,5^\circ; 121,5^\circ]$, o que reduz o intervalo de ângulos usados no giro. Para o próximo giro as acadêmicas que optassem por essa solução ideal, teriam que passar pelo círculo branco e, nesse caso, deveriam usar ângulos obtusos. Na sequência, a tartaruga deveria passar (cortar em algum ponto) pelo círculo vermelho e o quadrado ao mesmo tempo. Para direcionar a tartaruga para o círculo vermelho e para o quadrado o ângulo de giro obtuso, vejamos o caminho traçado pela tartaruga:

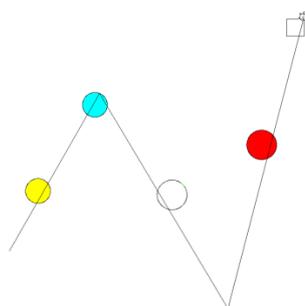


Figura 5- Uma possível solução da atividade do primeiro encontro usando seis comandos.

Durante a realização da atividade não propusemos que as acadêmicas buscassem a solução ideal, mas acreditamos que algumas reflexões sobre o caminho traçado ajudariam no momento de fazer a atividade com no máximo dez comandos. Ressaltamos, também, que essa atividade possui várias soluções que dependem da escolha do caminho a ser traçado, da medida do giro a ser efetuado e da medida do deslocamento.

2.4.2. Descrição do segundo encontro

O segundo encontro⁷ tinha como proposta discutir as abordagens construcionista e instrucionista (PAPERT, 1994). Para tanto, as acadêmicas leram textos de Valente (1997 ; 2002) que discutiam as duas abordagens e assistiram o vídeo Tecnologia X Metodologia⁸ que evidenciava a questão de que não adianta uma mudança tecnológica na escola sem que seja alterada a metodologia frente a essas tecnologias.

⁷ Encontro realizado no dia 19 de novembro de 2012; contou com a participação das acadêmicas Isis, Isabela, Alice, Carla, Joana e Maria.

⁸ O vídeo está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=mKbEbKQZVQU>.

Para darmos início às discussões das abordagens construcionista e instrucionista solicitamos que as acadêmicas desenhassem um quadrado no *Superlogo*, deixando-as livres para realizar a construção. Nosso papel nesse momento foi o de mediar as interações das acadêmicas com o *software* e o conceito visado, fomentando as discussões que surgiam no debate a respeito das propriedades do quadrado. Nossa postura durante essa atividade foi pautada no construcionismo, ao contrário da segunda atividade, quando foi solicitado que elas desenhassem um triângulo equilátero e foram dados todos os passos para tal construção. Essa postura de transmissão do conhecimento está ligada ao instrucionismo. Essa escolha teve por objetivo levar as futuras professoras a refletirem sobre os papéis do professor e do aluno em cada uma das duas abordagens e isso, tendo elas próprias vivenciado esses dois processos.

Após a realização das duas atividades iniciamos uma discussão em grupo sobre as duas diferentes abordagens e, nesse momento, fizemos referência aos textos propostos. Queríamos que as acadêmicas fossem confrontadas com as duas abordagens e refletissem sobre os processos de ensino e de aprendizagem por meio do computador. No final desse encontro exploramos os conceitos trabalhados na construção do quadrado e do triângulo equilátero.

Será analisada apenas a construção do quadrado, pois durante a atividade do triângulo instruímos as acadêmicas fornecendo todos os comandos necessários para obter essa figura. Nesse caso o *objeto da ação* é construir um quadrado, assim, os esquemas de ação instrumentada a serem mobilizados envolvem saber que no quadrado os ângulos internos medem 90° e que os quatro lados são congruentes.

2.4.3. Descrição do terceiro encontro

No terceiro encontro⁹ foram realizadas três atividades que envolviam: a discussão do conceito de ângulos suplementares, a construção do triângulo equilátero e a construção do hexágono regular por meio da composição de triângulos equiláteros.

No final do segundo encontro buscamos discutir o conceito de ângulo suplementar, pois esse deveria ser mobilizado na construção do triângulo equilátero no *Superlogo*. Quando questionamos as acadêmicas a respeito desse conceito as mesmas ficaram em silêncio o que nos levou a perceber que essa discussão foi prematura e que as acadêmicas precisavam de

⁹ Esse encontro foi realizado no dia 03 de dezembro de 2012 com a presença das acadêmicas Isis, Ingrid, Ana, Alice, Joana e Maria.

mais oportunidades para construir o conceito de ângulos suplementares. Desse modo, a primeira atividade do terceiro encontro tinha o intuito de trabalhar esse conceito. Para a sua realização construímos, com cartolina, regiões que possuíssem os ângulos 30° , 45° , 60° , 150° , 135° e 120° . Essa atividade foi realizada em grupo e durante a sua realização as acadêmicas tinham que assumir o papel da tartaruga na atividade, caminhar sobre uma linha que construímos no chão e, em seguida, efetuar o giro solicitado pelas formadoras, marcando no chão com o pedaço de cartolina o giro realizado. Cabe salientar que a atividade não foi realizada no *Superlogo*, mas buscou contribuir para o trabalho com as figuras geométricas planas no mesmo.

No segundo momento propusemos que as acadêmicas, pautadas nas discussões sobre ângulos, desenhassem no *Superlogo* um triângulo equilátero. Durante o desenho desse triângulo Isis e Isabela desenharam dois triângulos equiláteros unidos por um vértice (Figura 6) e começaram a discutir a respeito de quantos triângulos eram necessários para completar essa figura, sendo que esses triângulos deveriam ter um vértice na união dos triângulos equiláteros já construídos, figura a seguir.

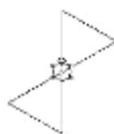


Figura 6 - Desenho que devia ser completado com triângulos.

Tendo em vista essa discussão, propusemos que o grupo refletisse sobre a possibilidade (ou não) de construir um polígono com triângulos equiláteros. Cabe ressaltar que um hexágono regular pode ser visto como a composição de seis triângulos equiláteros com um vértice no centro do hexágono. Assim, no encontro foram realizadas duas atividades no *Superlogo* e o objeto da ação era desenhar o triângulo equilátero e o hexágono regular.

Ao final desse encontro propusemos a discussão de um modelo de planejamento. Depois de discutirmos esse modelo recomendamos a elaboração de um planejamento de aula utilizando o *Superlogo* a ser discutido no quarto encontro. Esse planejamento deveria ser formulado para algum ano dos anos iniciais.

2.4.4. Descrição do quarto e do quinto encontro

As atividades propostas no quarto e quinto encontro¹⁰ estão relacionadas e, por isso, são descritas em conjunto. Essa proposta surgiu ao final do terceiro encontro quando recomendamos a elaboração de um planejamento para cada dupla, assim como, a discussão e apresentação desses planejamentos. Essa discussão iniciou no quarto encontro quando propusemos a troca de planejamento entre as duplas. Nossa intenção era que as acadêmicas pudessem analisar o planejamento das colegas, observando se existiam carências na proposta e como a mesma era encaminhada quanto: a metodologia, ao uso do *software* e ao conteúdo. Acreditávamos que esse momento favoreceria a mobilização de conhecimentos relacionados aos componentes: conteúdo, tecnologia e pedagogia. Isis e Isabela analisaram o planejamento de Ana e Alice; Joana e Maria o da dupla Isis e Isabela; Ana e Alice o da dupla Joana e Maria. Cada planejamento foi discutido em grupo, mas a dupla que havia realizado a análise era responsável pelo debate da proposta de aula elaborada pela outra dupla. No final do encontro, fizemos alguns encaminhamentos para a retomada do planejamento que seria apresentado no quinto encontro.

No quinto encontro acompanhamos a apresentação do planejamento e buscamos discutir o papel do *Superlogo* para a conceitualização desejada, o conteúdo trabalhado e a metodologia empregada na aula. O encontro contou com a apresentação e discussão do planejamento de duas duplas: Isis-Isabela e Ana-Alice. Diferentemente dos demais encontros esse teve a duração de duas horas e trinta minutos. Para a apresentação propusemos que cada dupla simulasse uma situação de sala de aula na qual nós – formadores e demais acadêmicas participantes do projeto – seríamos os alunos e a dupla as professoras. Na sequência, e quando necessário em paralelo, discutimos o planejamento de cada dupla.

2.4.5. Descrição do sexto encontro

O sexto encontro¹¹ foi o primeiro após as férias de fim de ano. Durante o período de férias transcrevemos os dados dos primeiros encontros e observamos algumas lacunas nas discussões que necessitavam serem retomadas. Dessa forma, o sexto encontro teve como foco

¹⁰ O quarto e o quinto encontro foram realizados, respectivamente, nos dias 10 e 17 de novembro de 2012. No quarto encontro participaram as acadêmicas Isis, Ingrid, Ana, Alice, Joana e Maria. No quinto encontro participaram as acadêmicas Isis, Ingrid, Ana e Alice.

¹¹ Esse encontro foi realizado no dia 21 de janeiro de 2013 e contou com a presença das acadêmicas Isis, Isabela e Alice.

central retomar e estudar figuras geométricas planas (paralelogramo, hexágono e pentágono regular), e ainda, apresentamos duas novas ferramentas do *software* o comando *repita* e a ferramenta *aprenda*.

Nesse encontro as acadêmicas construíram, no *software*, um paralelogramo, um hexágono regular e um pentágono regular. Durante a construção dessas figuras mediávamos as discussões para que as participantes conseguissem construir cada figura. Ao final de cada construção discutíamos as propriedades mobilizadas e a definição de cada figura.

No final do encontro abordamos duas ferramentas do *software Superlogo*: o *repita* e o *aprenda*. O *repita* permite reduzir os comandos usados em uma atividade quando se tem um padrão; por exemplo, no desenho do quadrado podemos trocar os comandos “*pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100*” pelo comando *repita 4 [pf 100 pd 90]*. Podemos observar nesse exemplo que o padrão é repetir quatro vezes o deslocamento 100 para frente e virar 90° para direita. Já o comando *aprenda* permite atribuir ao *software* uma ferramenta temporária, por exemplo, podemos “ensinar” o *Superlogo* a construir quadrado, desse modo, toda vez que digitarmos a palavra quadrado o *software* irá desenhá-lo. Para isso é preciso abrir o *Superlogo* e na barra de ferramentas clicar, na sequência, em: “procedimento”, “opções” e “novo”. Assim, uma nova caixa de diálogo denominada “editor de procedimentos” é aberta, na qual é necessário apagar o nome “novo procedimento” e escrever o nome da ferramenta que se deseja criar, no caso, quadrado. Na discussão com as acadêmicas evidenciamos que o comando *aprenda* foi usado por nós para criar a atividade do primeiro encontro.

2.4.6. Descrição do sétimo ao décimo encontro¹²

Os sétimo, oitavo, nono e décimo encontros tinham como objetivo a elaboração e a apresentação de um novo planejamento por dupla. Nesse sentido, propusemos às acadêmicas que escolhessem um ano do segundo ao quarto do ensino fundamental e analisassem o conteúdo de Geometria em três coleções de livros didáticos do ano escolhido, coleções essas fornecidas por nós. Nessas coleções elas deveriam identificar os conteúdos de Geometria abordados no ano selecionado; por exemplo, no segundo ano o livro trabalha o quadrado sem

¹² O sétimo, oitavo, nono e décimo encontro aconteceram, respectivamente, nos dias 04, 18, 25 de fevereiro de 2014 e 4 de março. Nesse encontro participaram as acadêmicas Isis, Isabela, Alice e Maria; e para as discussões e apresentações destinamos trinta minutos para cada dupla, ou representante da dupla, apresentar os slides e a ordem de apresentação que se seguiu foi: Isis e Isabela, Alice e, por último, Maria.

explorar suas propriedades, propondo apenas a identificação dessa figura. Desse modo, após olharem os conteúdos de Geometria as acadêmicas tinham que selecionar aqueles que achavam possíveis de serem abordados com o *software Superlogo*.

No sétimo encontro as acadêmicas apresentaram, em slide, suas considerações sobre a análise dos livros didáticos. Por meio das discussões propostas no sétimo encontro, sugerimos que as acadêmicas elaborassem um novo planejamento e que “montassem” uma atividade usando o comando *aprenda*. Pedimos que as acadêmicas não focassem a atividade na construção de figuras geométricas planas, pois já havíamos abordado esse conceito nos encontros anteriores, além disso, elas poderiam discutir novos conceitos matemáticos.

Cabe salientar que mantivemos a proposta de elaborar planejamento, pois para elaborar uma proposta de uso do *software* para o ensino de um conteúdo as acadêmicas teriam que articular conhecimentos do conteúdo, tecnologia e pedagogia. Nesse sentido, esperávamos que as discussões que fizemos no quinto encontro, sobre planejamento, contribuíssem para essa nova proposta de planejamento e também que as acadêmicas intensificassem o processo de *gênese instrumental*, isto é, construíssem e mobilizassem esquemas de utilização relacionados ao *Superlogo*. Reservamos um encontro para a apresentação de cada dupla, seguida de discussão por todo o grupo. Desse modo, no oitavo encontro foi discutido o planejamento da Isis e Isabela, no nono o da Ana e Alice e no décimo o de Joana e Maria.

2.4.7. Descrição do décimo primeiro encontro

No décimo primeiro encontro¹³ realizamos uma atividade com as acadêmicas para que vivenciassem mais um conteúdo a ser abordado no *Superlogo*, e que percebessem um exemplo de atividade em que o *software* poderia contribuir para a conceitualização desejada.

A nossa proposta de aula tinha como objetivo construir o conceito de abertura do ângulo e explorar a noção de estimativas de medidas por meio do *Superlogo*. Ela poderia ser aplicada a partir do 3º ano, para qualquer ano do ensino fundamental. Na atividade era trabalhado um jogo no qual os alunos do ensino fundamental teriam a oportunidade de construir a noção de abertura de ângulo. Para realizar essa atividade era necessário criar um

¹³O décimo primeiro encontro foi realizado no dia 11 de março de 2013 e todas as acadêmicas compareceram.

*aprenda*¹⁴ no *software*. Para começar a atividade é necessário digitar na janela de comandos a palavra “jogo” e assim obter a imagem que aparece na figura a seguir.

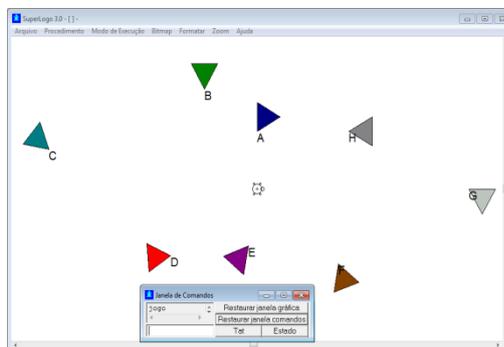


Figura 7 – O jogo do tiro ao alvo

O jogo proposto para ser realizado em dupla tem como essência a brincadeira de tiro ao alvo. Cada acadêmico/jogador recebeu uma tabela como a apresentada a seguir (Quadro 7) e os jogadores tiravam na sorte para ver quem começava o jogo. Cada jogador, na sua vez, deveria tentar acertar um dos alvos com *apenas* dois comandos. Caso ele acertasse deveria anotar na tabela o deslocamento e o giro utilizado, assim como, o alvo atingido. Em seguida, deveria digitar comandos, para que a tartaruga retornasse à origem (a tartaruga deve sempre ficar na origem para iniciar a jogada) e o jogador 2 pudesse efetuar a sua jogada. Se o jogador 1 não acertasse o alvo não deveria anotar nada e, sim, passar a vez para o seu adversário. Durante todo o jogo os alunos iriam intercalando as jogadas. O vencedor seria aquele que obtivesse o maior valor quando somados o deslocamento e o giro. A seguir apresentamos a folha que cada jogador recebeu¹⁵:

¹⁴Nós elaboramos a atividade e o comando para obtê-la é: *aprenda jogo un pf 100 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 1 pinte pt 10 pe 40 pd 90 rotule [A] pe 90 mudexy 0 0 pe 30 pf 200 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 2 pinte pt 10 pe 40 pd 120 rotule [B] pe 120 mudexy 0 0 pe 50 pf 400 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 3 pinte pt 10 pe 40 pd 170 rotule [C] pe 170 mudexy 0 0 pe 45 pf 200 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 4 pinte pt 10 pe 40 pd 215 rotule [D] pe 215 mudexy 0 0 pe 45 pf 100 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 5 pinte pt 10 pe 40 pd 260 rotule [E] pe 260 mudexy 0 0 pe 60 pf 200 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 6 pinte pt 10 pe 40 pd 300 rotule [F] pd 40 mudexy 0 0 pe 40 pf 400 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 7 pinte pt 10 pe 40 pd 350 rotule [G] mudexy 0 0 pe 30 pf 200 ul repita 3 [pf 50 pd 120] pd 40 un pf 10 mudexp 8 pinte pt 10 pe 40 pd 30 rotule [H] pd 30 mudexy 0 0 pe 30 ul fim*

¹⁵ As acadêmicas receberam uma folha na qual constavam as informações que estão presentes no quadro 4 e uma tabela em branco para que pudessem registrar os valores. Lembrando que as informações presentes no quadro sete são exemplos e não correspondem aos mesmos dados fornecidos na atividade.

Quadro 4 - Folha que o acadêmico recebeu para a atividade.

Nessa atividade praticaremos o tiro ao alvo. Você deverá, por meio de dois comandos, acertar o alvo desejado. Fique atento às regras do jogo e boa sorte.

Você e seu colega devem decidir quem iniciará o jogo, tirando a sorte no par ou ímpar. Aproveite para relembrar seus conhecimentos sobre os números.

Regras:
Você deverá usar somente dois comandos na sua vez, por exemplo:
Exemplo: pd 42 pf 110
Ao final da sua jogada você deverá voltar a tartaruga para a posição inicial.
Exemplo: pt 110 pe 42
Você só pontuará caso acerte o alvo.
A sua tabela de pontuação deverá ser preenchida conforme o exemplo a seguir.

Nome do jogador 1: Thiago		
DESLOCAMENTO	VALOR DO GIRO	ALVO ATINGIDO
110	42	W
233	112	Z
Soma dos deslocamentos:	Soma dos valores de giro:	Soma total :
343	154	497

Optamos por deixar o trajeto da tartaruga na tela, para que o jogador pudesse visualizar a amplitude do giro efetuado pela tartaruga. Além disso, esse trajeto podia ser usado como estratégia para a próxima jogada. Se o primeiro jogador errasse a jogada o segundo não começava “do nada”, ele podia usar como estratégia a jogada do adversário para estimar os valores a serem jogados. Essa retroação do *Superlogo* contribuiria para o jogo trazendo, conseqüentemente, contribuições para a construção do conceito matemático.

Para acertar o alvo o jogador tinha um intervalo de valores possíveis, por exemplo, para o triângulo correspondente a letra A o valor estava entre 71° e 90° não existindo um único valor para acertar o alvo. Ressaltamos que o tamanho dos triângulos que construímos para atividade é uma variável muito importante, pois limita os valores usados no giro. Após a realização da atividade buscamos discutir: o diferencial do *software* na atividade, adaptações que poderiam ser feitas, o papel do professor, o objetivo da atividade, entre outros.

2.4.8. Descrição do último encontro

No último encontro¹⁶ tínhamos o objetivo de concluir algumas discussões que ocorreram ao longo do projeto e que as acadêmicas fizessem uma avaliação da nossa proposta

¹⁶O último encontro do projeto foi realizado no dia 13 março de 2013 com a participação de todas as seis acadêmicas.

de uso da tecnologia. Para tanto, dividimos o encontro em três momentos, sendo que no primeiro propusemos que elas dissertassem sobre a seguinte questão: Quais são os pontos positivos e negativos a respeito da nossa proposta de uso da tecnologia? Com essa questão buscamos analisar como a nossa proposta de integração da tecnologia a aula de matemática era vista pelas acadêmicas.

No segundo momento fizemos uma síntese do que foi abordado em cada encontro. Nossa intenção era que as acadêmicas recordassem o que foi discutido no projeto, para que o grupo pudesse refletir sobre: a nossa proposta de uso da tecnologia, a nossa concepção sobre como os alunos aprendem, a nossa visão a respeito da formação de professores e o que esperávamos com a breve formação realizada.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados da dupla Isis e Isabela foi separada em três categorias: conhecimento tecnológico do conteúdo, conhecimento pedagógico tecnológico e conhecimento pedagógico do conteúdo. Cabe salientar que muitos desses conhecimentos são mobilizados quase simultaneamente pelas acadêmicas, entretanto, optamos por apresentá-los separadamente para podermos compreender como um tipo de conhecimento foi construído e mobilizado ao longo do projeto de extensão.

3.1 Categoria Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTK)

Na primeira atividade do projeto, realizada no primeiro encontro, as participantes tinham que descrever comandos para que a tartaruga efetuasse o trajeto: sair de um ponto A, local em que se encontra a tartaruga na figura 8, e chegar a uma região R, região quadrangular também exposta na figura 8, passando primeiro, e obrigatoriamente, por todos os círculos. No segundo momento elas participaram da discussão em grupo sobre o uso do *Superlogo* para o ensino de matemática.

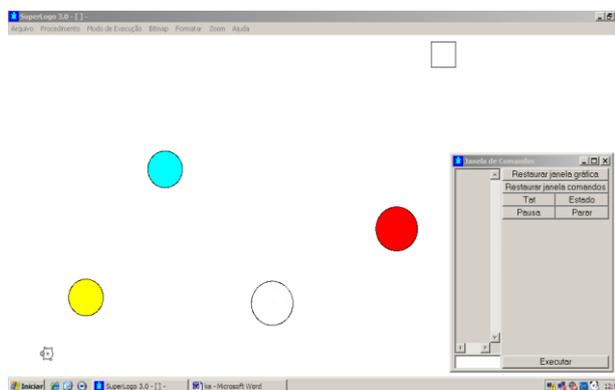


Figura 8 - Primeira atividade.

Durante a realização da atividade – sem limitação de comandos – percebemos que essa não favoreceu as reflexões sobre o sentido (direita ou esquerda) que deveria ser efetuado o giro. Por exemplo, no primeiro giro a dupla usou os comandos “PD 25 PE 150 PD 26 PD 150 PD 10 PD 15PD 20 PD 10” o que nos evidencia uma possível dificuldade quanto a escolha do sentido e a amplitude do giro. Diante disso, propusemos que elas realizassem a atividade com

apenas dez comandos. Essa escolha favoreceu as reflexões ligadas ao conceito de lateralidade, consequentemente, a quantidade de comandos diminuiu e o diálogo entre a dupla foi intensificado. Podemos notar essa depuração dos comandos ao compararmos a figura 9 com a figura 10 a seguir:

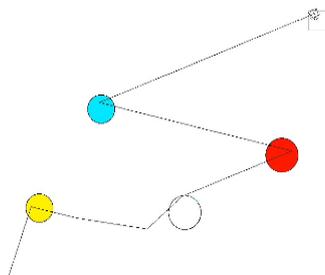


Figura 9 – Primeira tentativa de resolver a atividade sem a limitação dos comandos

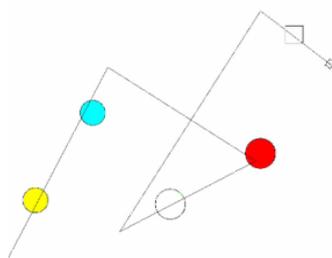


Figura 10- Primeira tentativa de resolver a atividade com a limitação de comandos

É possível notar, da figura 9 para a 10, que o percurso ficou com menos desvios, além disso, a quantidade de giros efetuados diminuiu (para observar esse fato é preciso olhar, na tela do computador, os comandos utilizados). Antes da limitação dos comandos Isis e Isabela realizaram a atividade usando 51 comandos, sendo a maioria deles para acertar a amplitude do giro. No primeiro giro da figura 9 foram utilizados oito comandos e na figura 10 apenas um comando. Um dos fatores que contribuiu para essa quantidade elevada de comandos é que elas tiveram que aprender a usar a unidade de medida do *Superlogo*, o *pixel*. Saber usar essa unidade de medida está ligado ao modo de funcionamento do *Superlogo*. Assim, para realizar a atividade a dupla teve que intensificar as interações com o instrumento (S-I) para aprender a operar o *software*, ou seja, era preciso desenvolver esquemas de uso do *software*, o que está relacionado ao processo de instrumentalização.

Ainda na primeira tentativa, houve dúvida quanto à medida e ao sentido do giro necessária para direcionar a tartaruga aos obstáculos. Essas dúvidas estão relacionadas aos *esquemas de ação instrumentada* que deveriam ser mobilizados para resolver a atividade e que envolviam o conceito de lateralidade e estimativa da medida de ângulo. Para superar essas

dúvidas foi necessário aumentar a interação dos sujeitos mediada pelo instrumento (S-Om) e um meio de propiciar essa intensificação foi a realização da atividade com a limitação dos comandos, pois desse modo as acadêmicas tinham que refletir mais a respeito da amplitude e do sentido do giro antes de usar os comandos.

Ao realizar a atividade com a limitação de dez comandos Isis e Isabela realizaram nove tentativas obtendo sucesso apenas na última. A cada tentativa elas analisavam os comandos utilizados e refinavam a estratégia para a próxima tentativa. Com a limitação de comandos percebemos que as acadêmicas começaram a construir um *esquema de uso* nessa atividade, que envolvia olhar os comandos na *janela de comandos* e agrupá-los. Cabe ressaltar que essas acadêmicas se engajaram na resolução da atividade e não queriam parar de resolvê-la até chegar à solução com dez comandos, o que justifica a quantidade elevada de tentativas efetuadas pela dupla. Durante a realização da atividade as formadoras buscavam estimular as acadêmicas para que não se perdesse esse engajamento na resolução.

A dificuldade quanto ao sentido do giro apareceu nas falas das acadêmicas durante a segunda etapa, entretanto, a dupla não errou a descrição dos comandos *pe* e *pd* no *software*. Observamos, então, o aumento e a contribuição das reflexões vivenciadas pela dupla na realização da atividade no *Superlogo*. A limitação dos comandos exigiu, também, que as acadêmicas estimassem a medida do ângulo para acertar os círculos. Durante essa estimativa as acadêmicas enfrentaram dificuldades, por não saberem a correspondência entre os ângulos usados e as suas aberturas.

Algumas noções relativas à medida dos ângulos poderiam ajudar no momento de estimar cada medida. Por exemplo, usar o fato de o giro ser maior ou menor que 90° ou de ser no máximo 180° . Houve momentos em que a abertura do ângulo de giro era maior que 90° , mas as acadêmicas “viravam”, por exemplo, apenas 10° . Ressaltamos que saber a amplitude do intervalo não era fácil, pois a medida do primeiro ângulo pertencia ao intervalo de $[95, 105]$. Todavia, na maior parte das vezes os valores utilizados pela dupla estavam próximos do necessário. No entanto, não temos informações suficientes para dizer quais foram os conceitos matemáticos mobilizados que ajudaram a realização da atividade pelas acadêmicas. Inferimos, então, que a interação da dupla mediada pelo instrumento (S-Om) levou as acadêmicas a refletirem sobre as medidas necessárias dos ângulos para atingir cada obstáculo. Essas reflexões foram pautadas nas retroações que o *software* fornecia a cada comando digitado.

Na análise da fala de Isis e Isabela, contabilizamos 13 discussões relativas à direção a ser tomada. Inferimos que a realização da atividade no *software* favoreceu a atividade e a

interação entre sujeito e objeto, uma vez que as acadêmicas trabalharam com o conceito de direita e esquerda e medida de ângulo para realizar a atividade. A realização dessa atividade no ambiente lápis e papel, usando somente a régua, poderia não levar as acadêmicas a mobilizarem os mesmos conceitos, pois nesse ambiente pode-se realizar essa atividade sem refletir sobre os ângulos e sobre a medida do giro, o que é necessário para a realização da atividade no *Superlogo*. O que evidencia a influência da interação do instrumento com objeto (I-O) na realização da atividade e conduz o sujeito a estruturar sua ação, propiciando assim, a construção de novos conceitos.

É importante observar o papel assumido pelas formadoras na resolução da atividade. A alteração feita na atividade para que fosse atingida a conceitualização desejada é um exemplo da contribuição da mediação em um processo de construção de conhecimentos. Durante essa mediação as formadoras buscaram, também, meios de manter as acadêmicas engajadas na resolução da atividade (como observado no diálogo a seguir) tendo assim um papel ativo na elaboração dos conhecimentos pelas acadêmicas. Desse modo, concluímos que a dinâmica desse encontro teve grande influência no processo de construção desse conhecimento.

Formadora A: 1, 2 ,3, 4, 5, 6, 7 *Só tem três heim!! Três comandos e três obstáculos. Vai ter que usar um para cada agora.*

[...]

Formadora A: *Acabaram os comandos, vamos fazer de novo? [...] Faltaram só dois comandos!*

Li: Tartaruga, tartaruga, não me trai! (Risos)

Le: Para a direita 115.

[...]

Formadora: *Agora tem que pensar bem, porque só tem 2 comandos.*

Li: Para a direita 15, 20! Tem que ser só um pouquinho só, dá uma viradinha aqui.

De modo geral, a atividade envolvendo o conceito de lateralidade propiciou momentos de ação e reflexão que contribuiriam para a mobilização e construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo* (TCK). De fato, as acadêmicas começaram a perceber como o *Superlogo* age sobre o conteúdo lateralidade, exigindo a mobilização de conhecimentos que no ambiente papel e lápis não seriam requisitados. Assim, elas veem uma possibilidade para o trabalho com lateralidade nesse *software*. Cabe ressaltar, que nas falas das acadêmicas, mesmo quando questionadas, não apareceram dificuldades relativas ao uso do *software*. Acreditamos que o fato de a atividade exigir poucos *conhecimentos tecnológicos* colaborou para a ausência dessas dificuldades, pois era importante que as participantes compreendessem os comandos do *software* e a unidade de medida nele trabalhada. Inferimos que uma

instrumentalização local foi vivenciada pelas acadêmicas, pois para a ação vivenciada o artefato foi parcialmente instrumentalizado (RABARDEL, 1995).

Tendo em vista o futuro ensino desse conteúdo pela dupla analisada, durante a discussão da primeira atividade, indagamos sobre conceitos envolvidos na atividade. A resposta inicial delas envolveu quatro conceitos: noção de espaço, ângulo e trajetória e lateralidade. Esse debate tinha como objetivo discutir exemplos de conteúdos que podem ser abordados no *Superlogo* o que, por sua vez, compõe o *conhecimento tecnológico do conteúdo*. Pedimos, ainda, às participantes que pensassem nessa mesma atividade realizada como papel e lápis, refletindo se existiam e quais eram as diferenças na realização da atividade usando esse instrumento ao invés do *Superlogo*.

Isis: Aqui (no *Superlogo*) eu acho legal porque não tem a linha, *não tá limitado*. Porque igual eu falei, ele pode escolher a vermelha, a azul, amarela, no livro não, ele não [tem] essa opção geralmente tá o tracinho lá ou tá aquele sei lá, por exemplo, ligue o cachorro a... e tem lá e você *só pode ir por aquele caminho*. E aqui não, você pode escolher.

[...]

Isabela: Eu acho que no *software* é mais fácil porque a tartaruginha vira e ele sabe que ela está indo para esquerda ou indo para direita e *no papel não, ele não tem essa noção de imaginar a tartaruginha se virando*.

As falas das acadêmicas Isis e Isabela apresentam a ideia de que o instrumento pode favorecer a forma de trabalho com o conceito, pois elas discutem aspectos que são potencializados com o uso do *Superlogo*. Essa reflexão está ligada a *conhecimentos tecnológicos do conteúdo* uma vez que elas consideram a influência do uso do *Superlogo* na relação com o objeto matemático, lateralidade.

Outro momento de elaboração do *conhecimento tecnológico do conteúdo* pelas acadêmicas ocorreu na elaboração do planejamento, discutido nos quarto e quinto encontros, quando a dupla deveria escolher um conteúdo para elaborar uma proposta de ensino com o *Superlogo*. Diante disso, as acadêmicas elaboraram uma aula cujo objetivo de aprendizagem era: “conhecer os elementos da fração, representar as frações e identificar os valores que serão representados pelas frações” (planejamento). Para escolha do conteúdo deixamos a disposição livros didáticos e foi por meio desses que as acadêmicas decidiram trabalhar com esse objeto matemático. Após a escolha do tema as acadêmicas elaboraram o planejamento sem testar a atividade no *software*. Mesmo elaborando o planejamento dessa forma elas acreditavam que seria possível trabalhar esse conteúdo no *Superlogo*. Entretanto, a dupla não teve algumas percepções sobre a influência do *software* sobre o conceito visado. Por exemplo, o uso do

Superlogo para representar as frações exigiria a mobilização de diversas propriedades das figuras geométricas planas.

No planejamento Isis e Isabela partiram do pressuposto de que os alunos já conheciam o *Superlogo*. Assim sendo, elas escreveriam no quadro seis frações ($2/4$, $3/6$, $3/4$, $2/3$, $2/5$ e $5/7$) e pediriam que os alunos as representassem no *software*. Não sabemos o que orientou as escolhas dessas frações, uma vez que não há justificativa no planejamento e na época não nos atentamos a essa questão. Para a representação dessas frações a dupla restringiu os modos de obter o desenho dizendo que as frações: “devem ser representadas em forma de círculo (formado com triângulos)”. Nessa parte observamos a mobilização de um conhecimento inadequado de considerar um arco de circunferência como um segmento de reta, originando assim, pela divisão da circunferência, a ideia de um triângulo. Na análise do planejamento, realizada no quarto encontro (quando houve troca de planejamento entre as duplas), a dupla constituída por Joana e Maria percebeu esse erro conceitual:

Maria: A gente notou que não dá pra fazer círculos usando triângulo. E, que [se] talvez fosse pra colocar o quadrado, retângulo daria pra representar as frações. Todas elas, né? (Discussão em grupo)

A acadêmica percebeu que não era possível fazer o desenho do círculo formado com triângulos. Isis e Isabela relacionaram o equívoco ao uso da representação em pizza.

Isis: Porque a atividade que elas [as colegas que estavam analisando o planejamento] fizeram a gente até arrumou depois, porque a gente colocou que dava pra fazer como pizza. Mas não dá! Porque na hora que a gente foi testar no LOGO, *colocar o que a gente colocou no papel não deu certo*. [risos]

Isabela: Aí a gente até ia mandar o plano novo, mas foi ontem a noite meia noite.

Isis afirmou que quando fizeram essa observação no planejamento haviam pensado na “pizza”, ou seja, na divisão do círculo em partes iguais. Realmente, o desenho da “pizza” no ambiente papel e lápis não exige a mobilização das mesmas propriedades geométricas exigidas quando esse mesmo desenho é feito no *Superlogo* (CTK). Todavia, no momento de discussão exposto acima, não observamos, na fala de Isis, a percepção de que houve um erro conceitual. Percebendo isso, Maria questiona a colega:

Maria: Não dá com triângulo!

Formadora B: ***Não dá com triângulo, isso mesmo Maria!***

Isabela: Mas a gente não pensou nisso, só depois que a gente testou!

Maria: Mas como vai ser círculo com reto, não dá pra ser triângulo!

Formadora C: Mas como que seria...

Isis: Mas se fosse, na hora que a gente fosse apresentar, foi o que eu falei, a *gente chegou na hora de testar*.

Maria: Tá escrito aqui, óh, círculo com triângulo!

Nesse excerto, vemos que apesar de optarmos por não interferir muito nesse momento a formadora B valida a fala de Maria (frase em **negrito**). Na continuidade da atividade, esclarecemos que a dupla poderia retomar o planejamento e rever alguns detalhes para a apresentação no quinto encontro. Nesse encontro, perguntamos o que elas haviam pensado a respeito da questão da divisão do círculo em triângulos, e Isabela disse que elas pensaram errado e que a fatia da pizza não “seria um triângulo, porque aqui não é reto.” Observamos que as acadêmicas perceberam a confusão conceitual .

No fechamento das discussões do quarto encontro questionamos sobre dificuldades encontradas pelas acadêmicas na elaboração do planejamento. Isabela comentou que “a gente [Isis e Isabela] não teve dificuldade, porque a gente montou o planejamento sem o LOGO. Se tivesse montado com o LOGO a gente teria dificuldade”. A análise da atividade proposta pela dupla e dos argumentos explicitados por elas, mostra que a elaboração da atividade foi feita no mesmo “padrão” do livro didático; houve uma tentativa de transpor o que estava no livro didático para o *software* e isso sem considerar as especialidades desse ambiente. Todavia, quando a dupla testou o planejamento no *software* percebeu a interferência do mesmo sobre o conteúdo abordado. Desse modo, inferimos que o processo de *gênese instrumental* desse *software* não foi favorecido, uma vez que a dupla não vivenciou a elaboração de novos esquemas de utilização. Contudo, a troca de planejamento entre as duplas, no momento de debate em grupo, propiciou a reflexão sobre a importância de considerar o *software* no momento em que se propõe uma atividade no mesmo. Ao final desse encontro pedimos que todas as acadêmicas retomassem o planejamento e enviassem com as correções realizadas. Nessa retomada, sugerimos que testassem as atividades no *software* e fornecessem mais informações no planejamento.

Para o quinto encontro a dupla acrescentou algumas informações no planejamento e fizeram algumas alterações. Elas propuseram o trabalho apenas com duas frações, $\frac{2}{5}$ e $\frac{3}{6}$, sendo que $\frac{2}{5}$ deveria ser representado apenas usando quadrados e o $\frac{3}{6}$ somente usando triângulos equiláteros. Na reelaboração do planejamento Isis e Isabela apresentaram algumas possíveis soluções dessas representações, a saber:

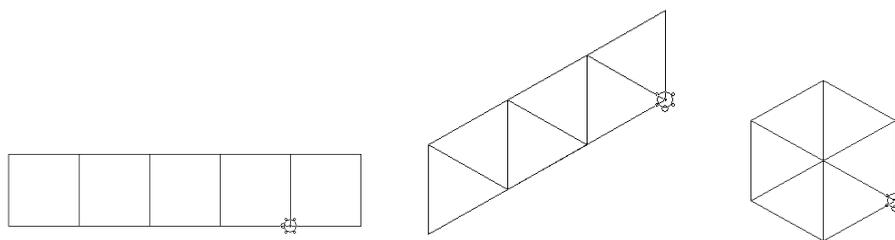


Figura 11 - Possíveis soluções na representação geométrica de fração.

Observamos que, nas soluções apresentadas, a parte correspondente ao numerador não está destacada nas figuras. Cabe ressaltar que não abordamos essa questão na discussão do planejamento. Nessa interação sujeito-objeto mediada pelo instrumento (S-Om) as acadêmicas decidiram propor a representação das frações com figuras que já haviam sido abordadas no projeto: triângulos e quadrados – segundo e terceiro encontro. O excerto a seguir é parte da discussão sobre essa escolha da dupla.

Isis: Tinha que ser utilizando triângulos. Daí a gente pontuou assim no plano, que a criança podia fazer a forma que ela quisesse. A gente deixou um modelinho lá, que foi a gente que fez. Mas a criança pode fazer do formato que ela quiser [se referem a variedade de composições que podem ser feitas usando triângulos ou quadrados] *desde que ela utilize os quadrados na letra (a) e na letra (b) o triângulo.*

[...]

Isis: Outras figuras a gente não testou! Até lembrei que você falou, quem falou? Uma de vocês falou! Ah não sei se foi a Joana e a Maria, ah muda a figura já que vocês conhecem faz uma outra. *Só que olha tá me irritando aqubele negócio do tangram¹⁷, eu fiquei o dia inteiro e não consegui fazer.*

Podemos notar que as acadêmicas não testaram outras figuras além daquelas já abordadas em encontros anteriores. Desse modo, com relação ao *conhecimento do conteúdo*, houve mobilização apenas de conhecimentos relativos ao triângulo equilátero e quadrado. De um lado, o processo de *gênese instrumental* das acadêmicas poderia ter sido mais favorecido se elas tivessem que lidar com situações que gerassem desestabilização e tivessem que construir novos esquemas de utilização. Por outro lado, a mobilização desses conhecimentos para desenhar as possíveis estratégias, contribuiu para incorporação desses esquemas da ação das acadêmicas. Além disso, notamos que a composição de triângulos feita como uma possibilidade de obter o $3/6$ (figura 12) poderia contribuir para as reflexões de quando a dupla tivesse que construir o paralelogramo.

¹⁷ Ana e Alice realizaram uma atividade em que era necessária a construção das peças do tangram e a dupla Isis e Isabela a analisou no quarto encontro, durante essa análise elas tentaram construir o tangram e enfrentaram algumas dificuldades.

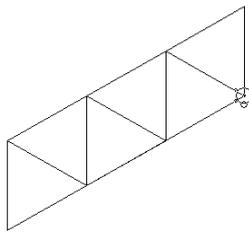


Figura 12 – Possível estratégia para a representação da fração 3/6

Ainda com relação às figuras geométricas, no momento de aplicação da atividade a dupla discute, entre elas, se daria para passar outra figura além do triângulo equilátero e do quadrado:

Isis: Quer passar mais uma?

Isabela: Vamos passar!

Isis: Meu Deus do céu, não to conseguindo; eu não lembro o ângulo.... Tem retângulo, vamos pedir retângulo! Ou não?

Isabela: Dá.

Isis: *Falta o ângulo também, não é?*

Isabela: [...] Porque quadrado é diferente de retângulo.

Reafirmamos com esse diálogo a dificuldade encontrada pela dupla no trabalho com algumas figuras planas. Nesse sentido, acreditamos que o trabalho com o *software Superlogo* favoreceu a mobilização desse *conhecimento do conteúdo* pelas acadêmicas. Para explorar alguns conceitos que elas estavam com dificuldades, abordamos as propriedades dos quadriláteros¹⁸ - durante a apresentação do planejamento da dupla Ana e Alice. Cabe ressaltar que, por meio da imagem a esquerda na figura 13 era possível conjecturar como desenhar o mesmo. Contudo, essa dificuldade evidencia a necessidade da construção de esquemas de ação instrumentada para construir algumas figuras no *software*, além disso, propicia a percepção de se levar em consideração o papel desse artefato na atividade.

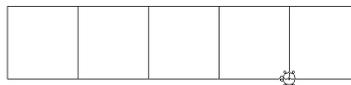


Figura 13 – Possível estratégia para a representação da fração 2/5

Um dos pontos cruciais ao se pensar no processo de integração da tecnologia é a justificativa da necessidade do uso de um artefato na atividade em sala de aula. Assim sendo,

¹⁸Discutimos a definição de retângulo, paralelogramo e quadrado. Abordamos, também, a questão do paralelismo dos lados do paralelogramos, que um retângulo têm quatro ângulos retos, etc.

durante a discussão do planejamento questionamos a dupla sobre o diferencial da tecnologia nessa atividade:

Isis: Seria pra eles a propriedade; no quinto ano eles vão ver em alguns livros, essa questão do ângulo pra formar a figura [eles vão ver] no final do ano. Talvez seria isso!

Isabela: *É pra eles pensarem mais como as figuras se formam, porque desenhar no papel é diferente, né!* E aí aqui que nem no caso do triângulo eles iam pensar mais nos ângulos do triângulo iriam ver que tem que pensar no lado de fora também pra desenhar.

As falas da dupla nos mostram que suas reflexões sobre o uso do *software* estão relacionadas às propriedades das figuras geométricas planas. Todavia, o objetivo era representar e identificar as frações e como a retroação fornecida pelo *software*, nessa atividade, não contribui para o objetivo, propusemos essa discussão com elas: como o aluno poderia avaliar/controlar sua atividade? Além disso, se o aluno tivesse dificuldade em relação às propriedades geométricas ele não conseguiria representar a fração e a sua dúvida não estaria relacionada ao conceito que está em jogo na atividade. Podemos observar essa discussão na fala da pesquisadora:

Formadora B: [...] Então, temos que ver esses dois casos. Se o aluno tiver que trabalhar estritamente frações - que é, eu preciso trabalhar, frações com ele, é o objetivo da minha aula - *talvez essa atividade não permita, porque ele vai estar emperrado em outras coisas, [relacionada] às propriedades geométricas das figuras geométricas*. Agora vamos pensar essa atividade, que é a segunda coisa, né, se *eu pego essa atividade de vocês e tiro o LOGO delas. Dá pra realizar essa atividade? Vocês conseguem cumprir o objetivo de aprendizagem?*

Isabela: *Dá!*

Formadora B: Então, aí a gente volta àquela discussão que a gente conversou no segundo encontro. Uma aula que o planejamento de uma atividade ele [*Superlogo*] não faz diferença; talvez é porque ele não esteja ali de forma a contribuir pra aprendizagem daquele conceito, né? Talvez se vocês montassem essa atividade... talvez, de uma forma que vai trabalhar essas divisões, né, que vai trabalhar um pouco das propriedades... talvez, dá pra trabalhar frações. Mas do jeito que está essa atividade, o *LOGO* não faz diferença nenhuma, vocês falaram, então, talvez, o *LOGO* não favoreceu essa atividade!

Em outro momento, anterior a esse, Isabela foi questionada se ela achava que o objetivo de aprendizagem seria cumprido sem o *Superlogo* da mesma forma e ela disse que sim. Assim, encaminhamos o nosso debate para discutir como o *software* estava sendo usado na atividade, como podemos notar no recorte anterior. Nesse momento pretendíamos reiterar a ideia de que o uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem deve contribuir para a conceitualização matemática. Nesse sentido, argumentamos que outras dinâmicas e/ou

materiais poderiam favorecer o trabalho com as frações, por exemplo, “discos” de frações. Para tanto, mostramos esse material que elas não conheciam e demos exemplos, breves, de como ele é usado. Acreditamos que integrar a tecnologia significa usar esse recurso em prol da aprendizagem do aluno, para tal propósito a atividade, o conceito explorado e o *software* devem ser considerados. Nesse sentido, a atividade deve ter como foco o conceito explorado e de modo que o *software* contribua com “algo a mais” para a aprendizagem desse conceito. Para tal efeito, o professor deve conhecer diferentes materiais, pois cada conceito explorado pode exigir materiais diferentes. Consequentemente, o fato de o professor conhecer vários materiais o deixa mais autônomo para tomar suas decisões. Por esse motivo, a discussão sobre a importância de considerar as potencialidades de cada material foi abordada diversas vezes no projeto, em particular, quando apresentamos os discos de frações. Diante disso, a dupla diz:

Isabela: É, na verdade acho que a gente pensou na fração, mas usando o LOGO *seria outro conteúdo* das formas geométricas, *a gente achou que seria legal pintar*.

[...]

Isis: E tem que pensar qual *que vai ser a diferença com o software*, né.

A afirmação feita por Isabela de que elas acharam interessante o fato de os alunos pintarem, nos possibilita inferir que esse é o motivo da escolha do *software*. Nesse sentido, a retroação que o *software* forneceria não estaria ligada ao objeto matemático fração, mas sim à ferramenta pintar, sendo esse um *conhecimento tecnológico do conteúdo*. A retroação escolhida pelas acadêmicas poderia ser obtida usando o lápis de cor, assim a tecnologia está sendo usada apenas por ser um ambiente diferente da sala de aula. Nesse sentido, a dupla apenas inseriu o *Superlogo* na atividade pintar, que é comum, e apropriada, no ambiente papel e lápis. Além disso, o conceito matemático que os alunos teriam que mobilizar estava ligado a construção das figuras geométricas planas e não ao objetivo de aprendizagem da atividade. Contudo, a fala de Isis nos mostra que a discussão (fomentada pelas formadoras) sobre o uso do *software* oportunizou a reflexão dela sobre a importância de pensar no papel do *software* na atividade.

Visto que a dificuldade conceitual das acadêmicas tem grande influência na construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo*, destinamos vários momentos do projeto para trabalhar com conceitos matemáticos. Algumas dessas discussões já haviam sido realizadas antes de a dupla elaborar o primeiro planejamento, pois havíamos trabalhado a construção do quadrado, triângulo equilátero, ângulo externo e suplementar e o hexágono

regular. Após a realização desse planejamento retomamos a discussão sobre as propriedades do hexágono regular e abordamos o pentágono regular e o paralelogramo. Observamos que a construção dessas figuras no *Superlogo* propiciou a percepção de como esse *software* estrutura a ação do sujeito, pois o mesmo exige alguns conhecimentos das propriedades das figuras geométricas planas que em outros ambientes não é requerido. Pudemos observar essa estruturação da ação quando as acadêmicas tiveram que construir as figuras geométricas planas que discutiremos na sequência.

A construção do quadrado no *Superlogo* exige que sejam mobilizadas duas propriedades dessa figura; se é quadrado então todos os lados são iguais e todos os ângulos internos medem 90° . Desse modo, esses conhecimentos requeridos na atividade estão relacionados aos esquemas de ação instrumentada. Na análise do diálogo entre Isis e Isabela durante a construção do quadrado, segundo encontro, elas mobilizaram o *esquema de ação instrumentada* que essa figura tem quatro lados iguais, mas não o relativo à propriedade dos ângulos internos com medida de 90° . Notamos isso por meio dos comandos e do diálogo das duas acadêmicas. Durante o desenho do quadrado a dupla usou sempre, para a medida do lado do quadrado, “para frente 100”. O primeiro giro realizado pela tartaruga tinha a medida de 100° . As acadêmicas perceberam, por meio da execução do *software*, que o ângulo não ficou como desejado, e tentaram, então, corrigir isso como mostra o registro a seguir.

Isis: Para direita 100 também?

Isabela: Não. Ah é pode ser, direita 100. *Por que o quadrado tem que ter todos os lados iguais!*

Isis: *Ixiii, mas vai ficar um pouquinho torta, né! Ou não?*

Isabela: Ah é, tem que virar ela antes...

Isis: Será que a gente vira?

Isabela: Não, não, vai ficar torto!

Isis: Põe para esquerda então?

Isabela: Uns 15?

Isis: É por aí.

Isabela: Tá torto ainda.

Isis: Só uma inclinadinha.

Notamos no diálogo que a imagem que apareceu no *software* foi usada, pelas acadêmicas, para comparar com a imagem mental que elas possuíam do quadrado. Diante desse confronto as acadêmicas tentaram novamente desenhar o quadrado, após restaurar a janela, e agruparam os comandos relativos aos ângulos usados na primeira tentativa. A dupla comanda a tartaruga “*pf 100*”, “*pd 85*” e “*pf 100*” e percebem que não obteriam o quadrado; na sequência, tentam usar *pd 90* e conseguem construir o quadrado. As retroações que as acadêmicas vivenciam na interação com o objeto mediada pelo instrumento (S-Om),

favorecem o trabalho com o objeto matemático quadrado. Assim, para a dupla, o instrumento é o meio que permite conhecer mais o objeto, o que é denominado por Rabardel (1995) de mediação epistêmica. Diante do desenho concluído elas ficaram intrigadas pelo fato de a medida ter que ser 90° para dar certo.

Questionadas sobre como fizeram para acertar o desenho, elas disseram que chutaram, entretanto, ainda mostram-se intrigadas acerca do fato de a medida dos ângulos ter que ser 90° . O conhecimento que as acadêmicas tinham em relação ao quadrado não envolvia os ângulos de 90° . Essa dificuldade com relação ao *conhecimento do conteúdo* não as impediu de realizar a atividade, pois por meio da retroação do *Superlogo* elas chegaram à medida correta. Cabe ressaltar que essa propriedade é o que diferencia o quadrado de um losango que não é um quadrado. Esse conhecimento é importante para o ensino de quadriláteros e é fundamental para efetuar a construção dessa figura no *Superlogo*. Koehler e Mishra (2009) afirmam que o professor tem que saber a influência da tecnologia sobre o conteúdo, pois esse último pode ser alterado com o uso da tecnologia. O fato de as acadêmicas vivenciarem essa situação contribuiu para que elas construíssem o seu *conhecimento do conteúdo*.

Quando as formadoras realizaram o encerramento da atividade Isis diz para Isabela que “todo mundo colocou isso para virar a cabeça. É sempre 90 para virar a cabeça [da tartaruga]”. Observamos que nesse momento a acadêmica tem a certeza que a medida do ângulo interno tem que ser 90° . Para que todas pudessem compreender a necessidade dos comandos utilizados exploramos as propriedades do quadrado relacionando-as com os comandos utilizados.

Não foi a “falta” de *conhecimento tecnológico* que dificultou a realização da atividade, mas sim, o desconhecimento de algumas propriedades da figura geométrica plana quadrado. O uso do *software* colaborou para que as acadêmicas explicitassem as propriedades do quadrado, pois não demos os comandos para a construção dessa figura, o que é coerente com nossa proposta construcionista para o uso da tecnologia. O conhecimento de que para ser quadrado tem que ter lados congruentes foi um esquema mobilizado pelas acadêmicas, e serviu de suporte para elas começarem a construir o esquema acerca da medida dos ângulos internos 90° . Inferimos, assim, que a dupla começou a construir os seus esquemas de utilização para desenhar quadrado no *software*. Desse modo, elas começaram a se instrumentar para desenhar o quadrado e esse conhecimento foi mobilizado no planejamento da dupla Isis e Isabela, no quinto encontro.

No mesmo encontro que trabalhamos a construção do quadrado exploramos a construção do triângulo equilátero em uma abordagem instrucionista, ou seja, fornecemos os comandos para que as acadêmicas obtivessem essa figura no *software*. Nosso objetivo era discutir, com as acadêmicas as abordagens construcionista e instrucionista. Ao final do encontro iniciamos a discussão da construção do triângulo equilátero com as acadêmicas, buscando levá-las a perceber que se o ângulo interno fosse de 120° a figura não fecharia. Para isso representamos, no quadro, a abertura de 120° para que as acadêmicas visualizassem a sua amplitude e esboçamos uma figura com dois ângulos de 120° , o que permitiu a reflexão sobre o fato de que desse modo não conseguiríamos fechar um triângulo. Porém, elas ficaram em silêncio e não participaram do processo de sistematização dos conceitos explorados. Isso nos alertou para a possibilidade de existir dúvidas relativas ao conceito de ângulos suplementares que estávamos abordando. As construções das figuras geométricas planas no *Superlogo* exige a mobilização do conceito de ângulos suplementares e/ou de ângulo externo, assim, era fundamental explorar esse conceito. Nesse contexto, elaboramos uma atividade para ser aplicada no terceiro encontro, na qual elas deveriam participar ativamente do processo de construção desse conhecimento.

A atividade para trabalhar o conceito de ângulos suplementares foi realizada em grupo. Marcamos no chão, com giz, uma linha reta e uma formadora dava dois comandos (por exemplo, para frente dois passos e para direita 30°); uma acadêmica realizava esses comandos caminhando sobre a linha e, em seguida, marcava, com um setor circular em cartolina, a amplitude do giro na região correspondente ao mesmo (no nosso exemplo a cartolina representava um setor circular com o ângulo de 30°). Um dos lados do setor circular deveria coincidir com a linha desenhada no chão.

Na atividade foram realizados, pelas acadêmicas, cinco giros para serem marcados com a cartolina: 30° , 45° , 60° , 150° , 135° e 120° . Cabe salientar que analisamos essa atividade evidenciando a participação das outras acadêmicas, pois o trabalho foi realizado em grupo, e que o material foi fornecido pelas formadoras.

O primeiro giro, para a direita 150° , foi efetuado pela acadêmica Maria, sendo que esse giro foi o mais discutido. No momento de discussão as acadêmicas apresentaram quatro soluções para esse giro que analisamos nesse encontro. Assim, só analisamos as estratégias do primeiro giro, pois nos demais as acadêmicas encontravam rapidamente a resposta correta. Ressaltamos que eles foram realizados por Isabela, Ana, Isis e Alice; que giraram para a direita 30° , para a direita 60° , para a direita 135° e para a direita 60° , respectivamente.

Uma formadora pediu que Maria caminhasse para frente dois passos e que virasse para direita 150° . Maria efetuou o giro corretamente, mas na hora de marcar no chão com a cartolina o lugar onde ficou o giro a acadêmica erra (figura 14).

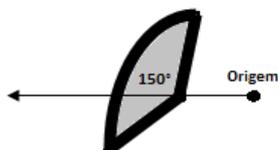


Figura 14 – Representação da marcação do giro efetuado por Maria.

Diante da solução apresentada por Maria uma formadora questionou as demais acadêmicas sobre o que elas achavam da marcação da colega. Joana afirmou que Maria marcou o ângulo no lugar errado e foi então convidada a mostrar onde ela achava que seria a marcação. Joana colocou a cartolina na posição correta, representando corretamente o giro efetuado (figura 15).

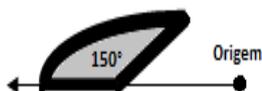


Figura 15- Representação da marcação do giro efetuado por Joana.

Uma formadora questionou as demais participantes sobre o que elas achavam dessa nova marcação do ângulo e elas começaram a discutir. Dessas discussões surgiram mais duas tentativas: Isabela fez o giro correto, mas marcou com a cartolina equivocadamente como podemos notar na figura 16, para que a sua marcação estivesse correta o ângulo de giro teria que ter sido 30° . Supondo o erro da colega Isis mudou a cartolina de posição colocando-a conforme a figura 17.



Figura 16 - Representação da marcação do giro efetuado por Isabela.

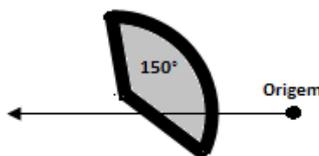


Figura 17 - Representação da marcação do giro efetuado por Isis.

Visto a dificuldade em marcar o local correto que deveria ser marcado o giro de 150° , uma formadora propôs discutir como seria se o ângulo a ser girado fosse 90° e aproveitou para discutir o conceito de ângulo raso, na sequência, perguntou como ficaria o ângulo de 150° . Joana se dispôs a marcar novamente e após esse momento uma formadora institucionalizou. Em seguida, foi pedido para Maria representar no quadro e ela representa adequadamente. Os demais giros efetuados não serão analisados uma vez que após o diálogo ocorrido para a marcação do primeiro giro as acadêmicas acertaram na primeira tentativa.

As dificuldades das acadêmicas na atividade reafirmam a nossa hipótese de que a formalização que fizemos no segundo encontro foi prematura. Nesse encontro percebemos um início de construção da noção de ângulos suplementares – *conhecimento do conteúdo*– pois os erros do primeiro giro não se repetem nos demais. Esse conceito foi abordado na construção do triângulo e do hexágono ainda nesse encontro. Esse conhecimento do conteúdo é exigido pelo *software* e por isso o caracterizamos como *conhecimento tecnológico do conteúdo*.

No final da atividade discutimos sobre a importância de, no trabalho com o *Superlogo*, colocarmos-nos no papel da tartaruga para entender o giro a ser realizado. Assim, retomamos a ideia de que no triângulo equilátero se o ângulo interno é 60° , então, o giro a ser efetuado não é de 60° e sim de 120° que é a medida do ângulo externo ao ângulo de 60° . Na sequência pedimos que tentassem efetuar o desenho do triângulo novamente.

Na construção do triângulo equilátero Isis e Isabela erram o sentido do giro somente uma vez e após consertar os comandos conseguem desenhar o triângulo. Destacamos algumas partes do discurso que achamos importante apresentar, pois evidenciam o processo de construção do conceito de ângulo suplementar.

Isis: [...] Que ângulo você quer?

Isabela: Eu quero vir pra cá [para a direita].

Isis: Você quer fazer o ângulo de 60° ?

Isabela: É!

Isis: Então, você tem que colocar para a direita 120!

Isabela: 120!

Notamos, pelo discurso e pela tela do computador, que o primeiro giro é feito de modo adequado e percebemos que as reflexões das acadêmicas envolvem o conceito de ângulo suplementar ao ângulo interno do triângulo equilátero. Para desenhar o segundo ângulo a dupla descreve o giro para a esquerda de 120 e o giro correto era para a direita 120, como podemos notar na figura a seguir.

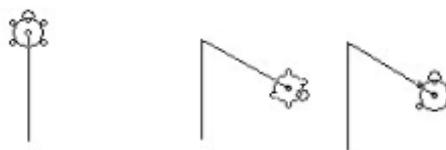


Figura 18 – Primeira tentativa de construir o triângulo equilátero.

Diante da retroação fornecida pelo *software* as acadêmicas percebem que não realizaram o giro corretamente e começaram a discutir sobre esse giro. Isabela questionou sobre o fato de o segundo ângulo ser 120° , enquanto Isis tem segurança quanto à medida do ângulo, mas fica confusa quanto ao sentido do giro. Há dois aspectos importantes de se levantar a partir dessas dificuldades: o primeiro é que inferimos que a posição em que a tartaruga se encontrava pode ter contribuído para as dificuldades apresentadas pela dupla, pois um lado do ângulo está em uma posição não prototípica¹⁹. Essa dificuldade está relacionada ao modo como o *Superlogo* estruturou a ação da dupla no trabalho com o conceito, pois se a atividade fosse realizada no papel tal conhecimento não seria imprescindível. O segundo aspecto é que a interação sujeito e objeto mediada pelo instrumento (S-Om) favoreceu que essas questões surgissem na construção do esquema de utilização do ângulo suplementar utilizado nos desenhos das figuras planas no *Superlogo*. A mobilização desse esquema foi requisitada em outras atividades do projeto. Na sequência, as acadêmicas concluem que erraram o sentido do giro, consertam o comando e conseguem construir o triângulo equilátero.

A construção do triângulo equilátero permitiu retomar muitos conceitos nem sempre são trabalhados nos anos iniciais, como os de ângulo externo, ângulos suplementares, soma dos ângulos internos de um triângulo e propriedades do triângulo equilátero.

A atividade para construir o hexágono também explora conceitos que, em parte, são trabalhados somente no quinto ano do ensino fundamental. Essa atividade surgiu de um desenho feito por Isis e Isabela (quadro 6, célula A1), a partir dos questionamentos de uma formadora.

Isis: Estamos brincando com os triângulos.

Formadora A: Quantos cabem para fechar?

Isis: Como assim?

Formadora: Se quiser fechar essa figura inteira?

Isis: Com triângulos? Só que aí vai ter que ser outro.

Formadora: Será que precisa ser outro?

Isabela: Faltam quatro para fechar, né.

¹⁹ Quando uma figura geométrica, por exemplo o retângulo, é apresentada com sua base maior sempre na horizontal dizemos que essa figura está na posição prototípica, caso contrário, dizemos que o mesmo está na posição não prototípica.

Isis: Não mas não vai dar.

Isabela: Dá sim óh.

A partir dessa discussão a formadora propôs que todas as participantes tentassem completar a figura construindo um hexágono regular. Essa construção evidenciou algumas dificuldades da dupla: o conceito de ângulo externo, a orientação da tartaruga e a posição não prototípica dos triângulos. A seguir apresentamos um quadro²⁰ com imagens que representam cada comando efetuado pelas acadêmicas. Nas imagens podemos notar as diferentes posições que a tartaruga se encontrava quando as acadêmicas tiveram que refletir sobre os ângulos e direções a serem tomadas.

Quadro 5 - Passos do desenho do hexágono.

	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C							
D							

Durante a passagem da imagem A1 para a A2, quadro 6, as acadêmicas começaram a discutir como construir os triângulos e que tipo de triângulo preencheria a figura. Isis sugeriu usar o ângulo de 90° sem saber justificar essa escolha. Diante disso, uma formadora questionou: “Vamos pensar para fechar essa figura, né? Pensando nesses triângulos, quanto que vai para fechar essa figura? Em termos de ângulo.”. A dupla começou a discutir sobre a medida ângulo e durante essa reflexão a formadora busca evidenciar a reta suporte do ângulo

²⁰ O quadro deve ser lido da esquerda para a direita. A célula de linha A e coluna 1 nos fornece a imagem que denotaremos por A1 e que é a imagem antes de dar o primeiro comando para resolver o problema de preencher a figura com triângulos.

para que elas identificassem o ângulo externo: “Se a gente olhar só para essa linha, aqui você já usou quanto?”. Em seguida, Isis disse que o giro usado foi 60° e a dupla concluiu que o giro deveria ser de 90° , nesse momento, a formadora deixou as acadêmicas discutirem a respeito do giro utilizado. Por meio da retroação do *software* elas perceberam que o giro foi maior do que o necessário e começaram a discutir:

Isis: *Óh ela tava aqui, se aqui tem 60, aqui tem 120.*

Isabela: *Aí pensando na linha assim.*

Isabela: *Acho que deveria por 60 ali, né? Porque é o ângulo de fora para completar, daí vai dar 60.*

Isis: *É equilátero daí!*

Isabela: *Não sei, acho que não vai dar para fazer equilátero. Aqui a gente colocou 90?*

Isis: *Aham.*

Isabela: *Acho que tem que ser 60.*

Podemos notar que as discussões vivenciadas pelas acadêmicas dão indícios de um momento de construção de *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*, pois as conclusões sobre os conceitos trabalhados na atividade são feitas por meio da execução fornecida pelo *software*. Observamos, no diálogo, que a reflexão de Isis sobre 90 ser muito a leva a concluir que deveriam construir triângulos equiláteros, mas Isabela não estava convencida da possibilidade de completar a figura com triângulos equiláteros. Depois que as acadêmicas chegaram a conclusão que tinham que “voltar para a esquerda 30”, Isis parece concluir que tem que ter três ângulos de 60° para dar 180° : “Peraí, se ela tava aqui e aqui tinha 60 você andou 60 [referindo-se ao lado para o qual elas usaram a medida de 60°]. Por exemplo, ó aqui tem 60° , para a gente deixar ele na metade e ia por mais 60° com mais 60° esse outro ângulo ficaria 180° . Por isso colocou só 60, né!” Assim, chegam a conclusão de que são triângulos equiláteros.

A mediação epistêmica é evidenciada nessa atividade, pois Isis e Isabela começam a conhecer mais, por intermédio do *software*, os objetos matemáticos ângulo externo, suplementar do interno, e hexágono. Assim, a dupla começa a reconstruir o *conhecimento do conteúdo* durante a atividade instrumentada. Cabe ressaltar, ainda, que isso é possível pelo fato de a interação instrumento-objeto exigir do sujeito a mobilização desses conhecimentos. Além disso, essa interação favoreceu o trabalho com a orientação do giro a ser efetuado, pois as posições não prototípicas do segmento suporte que o ângulo devia ser construído exigiu que as acadêmicas trabalhassem com essa orientação de direita ou esquerda. Durante a

atividade as acadêmicas discutiram seis vezes sobre a direção de giro, o que sinaliza que essa é uma dificuldade.

Da passagem do comando que obtém a figura A6 para o A7 a dupla fica em dúvida sobre a medida do ângulo de giro, dúvida ligada a identificação do ângulo externo e de sua medida. Uma formadora tenta colaborar para que as acadêmicas encontrem o giro correto.

Isis: Vai virar 60 de novo, né?

Isabela: 60? Para onde?

Isis: É, é para direita.

Formadora A: 60 para a direita? 60 a partir de onde?

Isis: É isso?

Isabela: É, acho que não vai...

Isis: Aqui tem 60, aqui também tem 60.

Formadora A: Óh, mas ela tá arrumada se ela já andou não importa, ela tá aqui, e você quer que ela vira 60 para direita?

Isis: Isso. Não é mais que... óh?

Isabela: Ela tem que virar 120.

Isis: Hum é verdade!!

Formadora A: Lembra, o ângulo que você pensa é sempre o que vai completar o 180.

A retomada da noção de ângulos suplementares pela formadora foi com a intenção que as acadêmicas percebessem a regularidade de que sempre o giro a ser efetuado deve ser 180 menos a medida do ângulo interno, entretanto, as acadêmicas continuaram com dúvida na passagem da figura B1 para a B2. Isis afirmou que ficava perdida quando tinha que escolher a direção a ser tomada e Isabela manifestou que ainda estava confusa quanto a medida dos ângulos. A formadora fez nove intervenções durante a atividade, oito delas buscando contribuir para a construção da noção de ângulos externos e suplementares. No entanto, as dificuldades da dupla persistiram até o final da atividade.

Se as acadêmicas tivessem conhecimento de todas as propriedades necessárias para construir o triângulo equilátero e o hexágono regular elas simplesmente os mobilizariam, mas esse não foi o caso: elas tiveram que construir novos conhecimentos para realizar essas atividades. Isso se deu pelo fato de a construção dessas figuras ser efetuada no *Superlogo*, por isso, inferimos que as acadêmicas estavam construindo *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*. Saber como o *software* influencia no trabalho com o conteúdo é importante quando buscamos que as acadêmicas integrem a tecnologia na sua (futura) prática e por isso buscamos discutir essa questão em diversos momentos nos planejamentos elaborados pelas acadêmicas. No final desse encontro abordamos as propriedades requisitadas na construção do hexágono regular decomposto em triângulos equiláteros.

Nesse encontro observamos que o fato de a formação que propusemos não ter um “roteiro” fechado, possibilitou que essa atividade fosse realizada, assim como, que observássemos essas dificuldades e trabalhássemos na superação das mesmas. Além disso, a realização dessa atividade evidenciou que o processo de instrumentação do *Superlogo* envolve a construção de esquemas de utilização que são conceitos matemáticos. Como exemplo, vemos que tanto para obter o triângulo como o hexágono a dupla tinha que construir o esquema de ação instrumentada “ângulo externo”, pois sem o mesmo elas não conseguiriam construir essas figuras.

A noção de ângulo externo também foi mobilizada no sexto encontro quando discutimos a construção do paralelogramo, pentágono e hexágono regular. Esse foi o primeiro encontro após as férias de fim de ano. Desse modo, durante o período de férias analisamos os dados dos primeiros encontros e observamos que algumas discussões necessitavam ser retomadas. Diante disso, usamos esse momento para retomar e estudar as figuras geométricas planas e apresentar duas novas ferramentas do *software* o comando *repita* e a ferramenta *aprenda*.

Durante o quinto encontro a dupla Ana e Alice propôs o desenho das peças que compunham o tangram, sendo uma delas o paralelogramo. Assim, elas apresentaram uma possível solução da construção do paralelogramo, na qual os ângulos internos mediam 60° e 120° . Isis e Isabela resolveram a atividade e também desenharam o paralelogramo com essas mesmas medidas dos ângulos internos. Assim, ficamos em dúvida se as acadêmicas acreditavam que todo paralelogramo tem exatamente essas medidas de ângulos. Por esse motivo, propusemos a construção de um paralelogramo com um ângulo interno medindo 125° . Para realizar a construção do paralelogramo representamos no quadro o desenho a seguir que deveria ser completado e construído no *Superlogo* de modo a formar um paralelogramo.

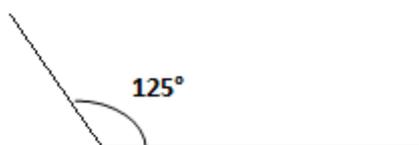


Figura 19 – Figura para inspirar o desenho do paralelogramo.

No início da construção Isis recordou que era “o do tangram que é viradinho”. Após identificar a figura a ser construída a dupla iniciou a primeira tentativa de construir essa figura:



Figura 20 – Primeira tentativa de desenhar o paralelogramo.

As acadêmicas comandam a tartaruga para a direita 55, baseada na fala de Isis de que o lado “tem que dar uma inclinadinha”. Diante da retroação fornecida pelo *software* as acadêmicas perceberam que a inclinação não era a desejada, assim, elas decidiram apagar o que haviam construído - interação sujeito com objeto mediada pelo instrumento (S-Om). Isis, olhando a figura 20, indagou que “ele tem que ir pra lá, pra esquerda e fica meio inclinadinho. Se é 125 dentro então pra fora a gente tem que fazer 55, né?” Na fala de Isis, percebemos que ela associa o fato de a construção estar errada ao sentido do giro, por acreditar que o valor do giro está correto, e não se atenta à posição inicial da tartaruga. Além disso, a acadêmica mobiliza o conhecimento de que a medida do ângulo externo é o suplementar do ângulo interno, sendo esse, outro esquema de utilização mobilizado pelas acadêmicas, pois está associado à construção da figura no *Superlogo*

Nesse sentido, Isabela sugeriu a colega: “vamos deixar reto primeiro”. Na sequência, elas usam o comando *pd 90* para mudar a posição inicial da tartaruga²¹. Diante disso, inferimos que a posição inicial da tartaruga foi um aspecto que dificultou a construção da figura pelas acadêmicas. Essa estratégia evidenciou a mobilização do *conhecimento do conteúdo* de que para o giro ser “reto” tem-se que usar o ângulo de 90°. Esse conhecimento não precisaria ser mobilizado em outros ambientes, por exemplo, o papel e lápis, mas devido ao modo como essa construção é efetuada no *software* ele é mobilizado. Desse modo, consideramos que esse é um *conhecimento tecnológico do conteúdo*, ou seja, um esquema de utilização criado pela dupla.

Para construir o paralelogramo elas usaram os comandos: *pf 400 pe 55pe 30 pe 10 pe 30 pf 200 pe 55 pf 400 pe 125 pf 20*. Podemos notar que com esses comandos elas não construíram primeiro o ângulo de 125°, como proposto na figura 20, entretanto, essa escolha não influenciava o objetivo da nossa atividade e a consideramos pertinente. Durante a construção do primeiro ângulo Isis cogita a possibilidade de todos os ângulos serem iguais,

21 A posição inicial que a tartaruga sempre está quando o software é aberto ou a janela é restaurada é:  .

porém tem dúvidas quanto a isso e diante da imagem fornecida pelo *software* a dupla percebe que o giro tinha que ser maior (CTK²²). Além disso, a acadêmica continua com a dúvida se todos os ângulos são iguais, durante o segundo giro, ela disse “mas o ângulo aqui não é igual o de cima? Ou aqui é diferente? Não lembro!”. Em seguida, as acadêmicas decidem usar o comando *pe 55*, que é o giro correto. Já no terceiro ângulo Isis comenta:

Isis: Agora pra esquerda 125°. Então é isso aqui os dois de baixo... Pode fechar 200. Aqui 125° e 125° e aqui 55° e 55° [indicando os ângulos opostos do paralelogramo]. Tá certo? Tá certo ó porque aqui é mais aberto [apontando para os ângulos de 125]. *Porque eu achei que os ângulos eram iguais, mas as aberturas são diferentes.* Aqui é mais fechadinho oh [apontando para o 55°]. Então tem 55° de ângulo e 125°. Aqui tem 125°, aqui 125, 55 e 55.

Na fala de Isis observa-se que após a construção ela sistematiza que o motivo pelo qual tinha que ser ora 55° e ora 125° estava relacionado com a abertura do ângulo. Ademais, na construção do paralelogramo observamos que a dupla realiza escolhas sem explicar suas justificativas e somente após terminarem a construção conseguem argumentar sobre suas escolhas. Desse modo, acreditamos que muitas das escolhas da dupla foram relacionadas à imagem mental que elas possuíam do paralelogramo. Todavia, a mobilização do conceito de ângulos suplementares é um exemplo de conceito que não é retirado da imagem mental da figura, sendo esse um esquema de utilização mobilizado na construção do triângulo equilátero que é retomado pelas acadêmicas. No final da atividade institucionalizamos a definição de paralelogramo a partir das construções realizadas pelas acadêmicas e também o conceito de ângulos suplementares.

Nesse encontro propusemos a construção do hexágono regular sem usar sua decomposição em triângulos equiláteros como foi feito no terceiro encontro. Nossa intenção era institucionalizar a definição de hexágono, assim como, as suas propriedades, pois não havíamos feito isso no terceiro encontro. Para construir essa figura era necessário mobilizar o conhecimento de que no hexágono todos os ângulos internos medem 120° e todos os lados possuem a mesma medida. Além disso, sua construção no *Superlogo* exigia o uso do conceito de ângulo externo, pois esse era necessário na construção do ângulo interno de 120°.

Durante a construção a dupla retomou a estratégia de mudar a posição inicial da tartaruga usando o ângulo de 90°, sendo esse, um esquema de utilização mobilizado por elas.

²² Usaremos a sigla CTK para designar a construção ou/e mobilização do Conhecimento Tecnológico do Conteúdo.

A dupla decidiu virar a tartaruga para a direita 50 e, em seguida, deslocá-la para frente 100. No segundo giro surgiu uma dúvida:

Isis: Daí pra direita quantos que a gente falou? 50? Aí fica 130 dentro ou não?
Isabela: É muito!
Isis: Pra frente 100! Pra direita! Eu tenho uma raiva...
Isabela: Agora tem que ser 130.
Isis: Não vai ser a mesma medida em todos? Ele é todo abertinho!
Isabela: Ah é.
Isis: Eu acho, né, eu acho que o ângulo dele é igual!
Isabela: É, né? Tem que ser igual!
Isis: Conserta!

Observamos que Isabela fica em dúvida quanto ao giro do segundo ângulo e, então, Isis argumenta que é mais ampliado, ou seja, tem uma abertura maior. A justificativa de Isis é coerente com as propriedades do hexágono, no entanto, a medida escolhida para o giro 50 não era a correta. Desse modo, elas perceberam que a figura não fecharia (Figura 21):



Figura 21 - Tentativa de construir o hexágono.²³

Essa imagem foi obtida usando os comandos *pd 90 pf 100 pd 50 pf 100 pd 50 pf 100 pd 100 pe 100 pd 50 pf 100*. Por meio da retroação do *software* elas percebem que não formaria um hexágono regular e decidem iniciar uma nova tentativa, entretanto, elas usam os mesmos valores de ângulo. Frente a isso decidimos intervir para que a dupla pudesse refletir sobre as propriedades do hexágono, pois as acadêmicas não recordaram que os ângulos internos eram de 120° . Assim, retomamos a ideia do hexágono como composição de triângulos equiláteros e relacionamos as propriedades do hexágono com o mesmo. Esboçamos um desenho no papel e o seguinte diálogo foi estabelecido:

Isis: Então, será que o ângulo que a gente deu é 130, não ficou bom?
Formadora B: Não, então, é o ângulo sim, mas porque que não ficou bom?
Isis: Dá 120° , né?
Formadora B: Isso é 120° , mas porque é aquela ideia formava ele com 60° aqui e 60° aqui [estávamos nos referindo à medida dos ângulos de dois triângulos adjacentes que compõem a composição do hexágono em triângulos equiláteros]. A gente já sabe que todos os ângulos internos têm a mesma medida, né. E esse ângulo aqui então vai ter 120° .

²³A seta representa a posição inicial da tartaruga.

Isis: Então o problema é o ângulo então que a gente escolheu. Então, vamos começar de novo pra ver qual é o ângulo que a gente gira?

[...]

Isis: 120 é o interno.

Isabela: O interno é 60!

Isis: É 120 porque aqui tem dois triângulos ó, 60 e 60. Ele é abertinho ó.

Isabela: Eu acho que, eu não sei, eu estava pensando no triângulo individual.

Isis: Ele é abertinho ó.

Percebemos que com a nossa intervenção foi mais diretiva do que desejávamos e fez Isis perceber que o ângulo interno era de 120. Frente a dificuldade de sua colega em perceber que o ângulo interno era de 120 ela retoma a noção de amplitude do ângulo. Em seguida, a dupla obtém o hexágono no *Superlogo*.

Alice questionou se poderia fazer o hexágono regular com outro ângulo durante a discussão da atividade. Diante disso, abordamos algumas propriedades de polígonos regulares, sendo uma delas o fato de que todo polígono regular pode ser inscrito em uma circunferência. Desse modo, ao decompor os polígonos em triângulos o ângulo do triângulo com vértice no centro era encontrado por meio da divisão de 360 pela quantidade de lados do polígono regular. Diante disso, cada polígono regular teria uma medida de ângulo interno diferente, porém única para o polígono. Sugerimos, então, que as acadêmicas pensassem, por exemplo, no pentágono regular. Perguntamos a medida do ângulo interno do pentágono regular e Alice respondeu que era 75. Propusemos, então, que as acadêmicas tentassem obter um pentágono regular no *Superlogo*, para que, dessa forma elas pudessem validar essa conjectura.

Isis e Isabela tentaram construir o pentágono com o ângulo interno de 75 e acreditamos que essa confusão poderia estar relacionada a não mobilização do conceito de ângulo externo. Por meio da retroação do *software* perceberam que não era possível obter a figura com esse ângulo e Isis disse “Eu acho que é 105 dentro! Porque ele é um pouco mais abertinho ó!”. Baseados nessa suposição elas iniciaram o desenho do pentágono com os ângulos internos medindo 105° . Ao terminar a construção elas perceberam que a figura não ficou um polígono fechado, conforme pode ser visto na figura 22, produzida pela dupla:

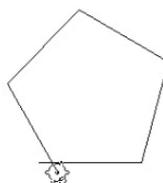


Figura 22 - Tentativa de construir o pentágono.

Diante da figura apresentada na interface do *software* (interação instrumento e objeto (I-O)) indagamos à dupla o motivo de a construção não estar correta. Isis ressaltou que elas usaram sempre o mesmo ângulo, desse modo, questionamos se devia ser 75 mesmo. Diante disso, as acadêmicas refizeram as contas e chegaram à conclusão de que o valor correto do giro era 72 e, assim, elas conseguiram construir o pentágono. Durante as duas tentativas de construção do pentágono elas mobilizaram o esquema de utilização ângulos suplementares e externos e o de virar a tartaruga 90°. Na discussão de fechamento da atividade abordamos a generalização da estratégia de que o ângulo de giro de cada polígono regular sempre será 360° dividido pela quantidade de lados do polígono.

Se por um lado na construção do pentágono do hexágono, e do paralelogramo, as acadêmicas possuíam algumas dificuldades relativas ao *conhecimento do conteúdo*, por outro lado, elas já mobilizaram alguns esquemas de utilização relativos ao uso do *software* como evidenciamos nessa análise.

Inferimos que a interação sujeito e objeto mediada pelo instrumento (S-Om) possibilitou a mobilização desses esquemas de utilização, assim como, a construção de conhecimentos acerca de propriedades das figuras geométricas planas. Cabe salientar que em alguns momentos, como mostrados nessa análise, tivemos que buscar favorecer a interação sujeito e objeto (S-O) para discutir algumas propriedades para que as acadêmicas pudessem construir as figuras. Isso se deu devido ao fato de a interação instrumento e objeto (I-O) exigir das acadêmicas muitos *conhecimentos do conteúdo* na atividade. A nossa postura reflexiva durante e após as atividades, contribuiu para que essa atividade fosse realizada e, por conseguinte, que as acadêmicas construíssem e mobilizassem *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*.

Para a atividade do segundo planejamento, realizado no oitavo encontro, Isis e Isabela construíram uma malha quadriculada no *Superlogo* (figura 23). Dentro de alguns quadrados da malha elas colocaram operações para serem resolvidas pelos alunos²⁴. Para resolver a atividade era necessário deslocar a tartaruga até o quadrado que continha um cálculo a ser resolvido mentalmente e o resultado deveria ser digitado na janela de comandos usando o comando *mude cp [resultado da conta]*; cada resultado, quando digitado nesse comando, fornecia automaticamente uma cor (figura 24).

²⁴ Discutiremos a atividade e seus objetivos nas próximas categorias.

7+6			8-5
	2x7	16/4	
	5+4	25/5	
1+0			7-5



Figura 23 – Imagem fornecida ao aluno para dar início a atividade.

Fonte: Planejamento do 8º encontro

7+6			8-5
	2x7	16/4	
	5+4	25/5	
1+0			7-5

Figura 24 – Imagem obtida após o término da atividade.

Fonte: Planejamento do 8º encontro

Essa atividade foi elaborada pela dupla e para tal elas usaram a ferramenta *aprenda* (Quadro 6). Para a criação dessa ferramenta as acadêmicas mobilizaram novos *conhecimentos tecnológicos* para trabalhar o conteúdo. Alguns dos comandos usados foram retirados do tutorial que fornecemos às acadêmicas²⁵ e muitos deles não havíamos usado no curso, por exemplo, o comando *mude xy 20 10* que possibilita o deslocamento da tartaruga em coordenadas cartesianas, deslocando-se 20 para direita e subindo 10. Os comandos *dt* (desaparece tartaruga) e *at* (aparece tartaruga) também não foram usados nos encontros, mas os mesmos eram desnecessários na atividade elaborada, uma vez que não ajudaram a obter retroação que auxiliasse na construção da malha; eles apenas faziam com que a tartaruga desaparecesse e aparecesse quando solicitado e não sabemos o motivo da utilização desse comando pelas acadêmicas. O comando *rotule*, já conhecido por elas, foi usado para escrever as contas dentro do quadrado da malha.

Quadro 6 - Comandos utilizados para criação do *aprenda*.

```
aprenda malha repita 1 [pf 400 pd 90 pf 400 pd 90 pf 400 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 400 pe 90 pf 100 pe 90 pf 400 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 400 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 400 pe 90 pd 90 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pe 90 pf 100 pe 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 dt un pd 180 pf 600atmudexy 0 0mudexy 10 65pd 90rotule [1+0]mudexy 310 65rotule [7-5]mudexy 110 265rotule [2x7] mudexy 210 265rotule [16/4]mudexy 210 165rotule [25/5]mudexy 110 165rotule [5+4] mudexy 10 365rotule [7+6]mudexy 310 365rotule [8-5]dtunpd 90 pf 500 pd 180 ul at fim
```

²⁵ Esse tutorial disponível em: http://www.ich.pucminas.br/pged/db/txt/logo_comandos-operacoes-cores.pdf. (21-01-2014).

Com relação ao *conhecimento do conteúdo*, na construção da malha observamos a mobilização de propriedades do quadrado. Entretanto, os comandos utilizados pelas acadêmicas não foram depurados, pois observamos momentos que elas usam comandos desnecessários, por exemplo, *pe 90 pd 90 pd 90*, enquanto poderiam usar somente o comando *pd 90*. Outro aspecto a destacar foi o uso do comando *pd 180* quando as acadêmicas pretendiam mudar a direção da tartaruga, que também é um *conhecimento do conteúdo*. De modo geral, percebemos que durante a elaboração da ferramenta *aprenda* as acadêmicas tiveram que vivenciar tanto o processo de instrumentalização quanto de instrumentação, pois para elas abordarem o conteúdo desejado foi necessário mobilizar conhecimentos tecnológicos e do conteúdo, construindo, assim, *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*.

A última atividade consistia em um jogo do tiro ao alvo e foi realizada no penúltimo encontro. No jogo era proposta uma competição entre dois jogadores, em que era necessário acertar os alvos com apenas dois comandos (figura 25); a cada alvo acertado o jogador marcava como pontuação o deslocamento efetuado pela tartaruga e ganhava o jogo quem tivesse a maior pontuação; além disso, a cada jogada, independente de acertar ou não o alvo, era necessário retornar a tartaruga à posição inicial que se encontrava.

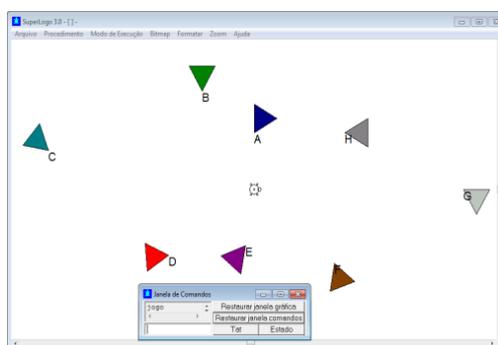


Figura 25- O jogo do tiro ao alvo

No jogo era abordado o conceito de amplitude de giro e as acadêmicas tiveram que realizá-lo como os alunos fariam na sala de aula. Um ponto a destacar relativo ao *conhecimento tecnológico do conteúdo* foi a evolução relativa a precisão do giro para acertar o alvo quando comparamos com a atividade do primeiro encontro. Por exemplo, o alvo A foi acertado na primeira tentativa usando os comandos *pe 90 pf 100*. Além disso, o alvo D também foi atingido na primeira tentativa, *pd 150 pf 500*. Os alvos com mais tentativas foram o G e o H, que só foram atingidos na terceira descrição. A fala das acadêmicas esclarece o motivo dessa evolução na realização da atividade.

Li: Eu comecei chutando depois [...] eu imaginei o círculo e fiquei 0, 90 e 180 e fui tentando imaginar daí eu fazia associação do ângulo. Por exemplo, aqui ela tava virada pra cá. Se eu colocasse 180 ela não ia passar na figura, então eu coloquei 190. 197 não sei ela atravessou!

O conhecimento dos ângulos de 90° e 180° que na primeira atividade, primeiro encontro, não foi explicitado aqui aparece como um conhecimento mobilizado pelas acadêmicas. Esses conhecimentos estão relacionados ao modo como o *Superlogo* estrutura a ação durante a atividade, sendo assim *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*.

De modo geral, a construção do conhecimento tecnológico do conteúdo foi permeada de dificuldades relativas aos conceitos matemáticos. Entretanto, foram essas dificuldades que propiciaram às acadêmicas a construção de novos conhecimentos. Assim, a desestabilização cognitiva a cada atividade fez com que as mesmas buscassem superá-las. Além disso, o fato de não fornecermos as informações necessárias para a realização da atividade contribuiu para que elas tivessem um papel ativo na construção do CTK. Notamos, também, especialmente na última atividade, que conhecimentos que foram construídos em alguns encontros são mobilizados em outros, o que nos indica a criação de alguns esquemas de utilização.

No próximo tópico abordamos o *conhecimento pedagógico do conteúdo* (CPK), sendo esse um conhecimento que deve ser construído pelos professores quando vão transpor o conteúdo para o ensino.

3.2 Categoria Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPK)

O *conhecimento pedagógico do conteúdo* (CPK) está relacionado ao modo de discutir um determinado conteúdo, a exemplos usados na sala de aula, a como avaliar os alunos, enfim, a questões pedagógicas a respeito do conteúdo. Durante a realização das atividades que propusemos, poucos foram os momentos que a dupla apresentou, ao menos explicitamente, esse tipo de reflexão. É importante considerar que ao realizarmos alguma dinâmica ou explorarmos algum conceito estamos contribuindo para a *construção do conhecimento pedagógico do conteúdo*, pois estamos apresentando modos de conduzir a atividade, nossa concepção de como acreditamos que o aluno aprende o conteúdo, exemplos de como abordar alguns conceitos e outros. Um exemplo de contribuição das nossas ações pode ser observado na fala de Isis, a seguir:

Isis: E aí até tirando pela gente mesmo. No primeiro encontro apresentou o *software* para gente fazer. Eu sei fazer um quadrado, mas eu não lembrava

que o ângulo de 90 era o ângulo reto. *Aí depois você propôs, sei lá, vira assim um triângulo, daí a gente está aqui para aprender. Agora o que eu vou fazer?* Imagina as crianças lá. Meu Deus eu aprendi o quadrado, ah, legal fazer o triângulo, mas não é diferente! Mesma coisa do quadrado sabe fazer, mas igual a vocês colocaram é comando específico que você dá pra virar; a gente fica em desespero. Daí as crianças entram em desespero.

Notamos nesse excerto que diante do que propusemos as acadêmicas refletem comparando o nosso trabalho com o da sala de aula, desse modo, acreditamos que essas ações contribuíram para a construção do *conhecimento pedagógico do conteúdo*. Um momento que evidenciou a construção e a mobilização desse tipo de conhecimento foi durante a discussão dos planejamentos. Nesses planejamentos a interação sujeito com o objeto (S-O) – considerando o ensino de um conteúdo como sendo o objeto – exigia que as acadêmicas mobilizassem conhecimentos do conteúdo e do modo como abordariam esse conteúdo. Cabe ressaltar que o instrumento não estava ausente nesse momento, mas a instrumentação envolvia questões do ensino importantes de serem levadas em consideração para a ação do sujeito. Rabardel (1995) discute a questão da especificidade da ação de cada sujeito com o instrumento deve ser considerada. Por exemplo, o professor tem que considerar o modo como vai avaliar a atividade realizada pelo aluno no artefato.

O conteúdo abordado pelas acadêmicas no planejamento foi o estudo de fração no quinto ano e, para tal elas tinham como objetivo de aprendizagem: “conhecer os elementos da fração, representar as frações e identificar os valores que serão representados pelas frações”. Ao observarmos esses objetivos notamos que eles são amplos para o tempo estimado da aula que era de 30 minutos. Quando apresentamos um modelo de planejamento propusemos que definissem um objetivo a ser atingido com uma aula de 30 minutos, entretanto o que foi apresentado pela dupla envolve mais tempo de ensino. Essa questão pode ser uma dificuldade de redação, pois a dupla não conseguiu sintetizar a proposta em um único objetivo ou ainda uma dificuldade natural de quem está se iniciando na docência. Esclarecido essa questão, vamos analisar o planejamento da aula pautado na atividade proposta, sem considerar o tempo de ensino necessário para tal.

A dupla decidiu trabalhar com esse conteúdo ao observá-lo no livro didático e a dinâmica escolhida foi dar os exercícios com algumas frações e pedir sua representação gráfica no *software*. Desse modo, escreveram no quadro²⁶ as frações $2/5$ e $3/6$, em seguida, pediram para fazermos a representação gráfica do $2/5$. Antes de realizarmos a tarefa

²⁶ Cabe lembrar que durante a atividade nós formadoras e as demais acadêmicas assumíamos o papel de alunas.

questionamos a dupla: “se um aluno perguntasse o que seria uma representação geométrica o que fariam?”. Isis disse que daria um exemplo e apresentou o $\frac{2}{4}$, representando-o no quadro usando um quadrado dividido em quatro partes iguais (CPK). Em seguida, reforçaram que o $\frac{2}{5}$ deve ser construído usando *apenas* quadrado e dizendo que os alunos podem usar a representação de vários quadrados “grudados” como na barra de chocolate.

Durante a realização da aula “fictícia”, a dupla ficava com alguma dúvida e nos fazia perguntas, as quais eram discutidas, desse modo, elas não realizaram a aula buscando seguir os passos que seriam feitos na sala de aula. Esse foi o caso quando, Isis, por exemplo, perguntou o nome do triângulo que tinha três lados iguais. Entretanto, apesar desses diálogos, buscamos realizar a atividade imitando a dinâmica da sala de aula, inclusive fazendo perguntas que um aluno poderia fazer. Nesse sentido, perguntamos:

Formadora B: E se eu quiser fazer a letra (a) com triângulos equiláteros, eu posso?

Isis: A letra (a)?

Formadora B: é.

Isis: O critério que a gente deu aqui foi fazer com o quadrado.

Formadora B: Mas pode?

Isis e Isabela: Pode.

Isabela: Pode assim se é possível (risos).

Formadora B: Mas vocês saberiam fazer letra (a) com triângulo equilátero?

Isabela: Sim.

Isis: Acho que dá pra fazer.

Formadora B: Vocês tentaram fazer?

Isabela: Não a gente fez só esse usando triângulo, mas eu acho que dá porque...

Isis: Dá sim!

Isabela: É.

Notamos pelo diálogo que as acadêmicas ficam em dúvida em relação a mudança das figuras geométricas. Para darmos continuidade a aula fictícia uma das formadoras representou a alternativa (a) usando triângulos equiláteros. Para depois retomar a discussão sobre os motivos das restrições a respeito do uso das figuras geométricas. Cabe destacar que no final do planejamento foi anexado algumas imagens com figuras geométricas planas que destacavam as medidas de seus ângulos (figura 26).

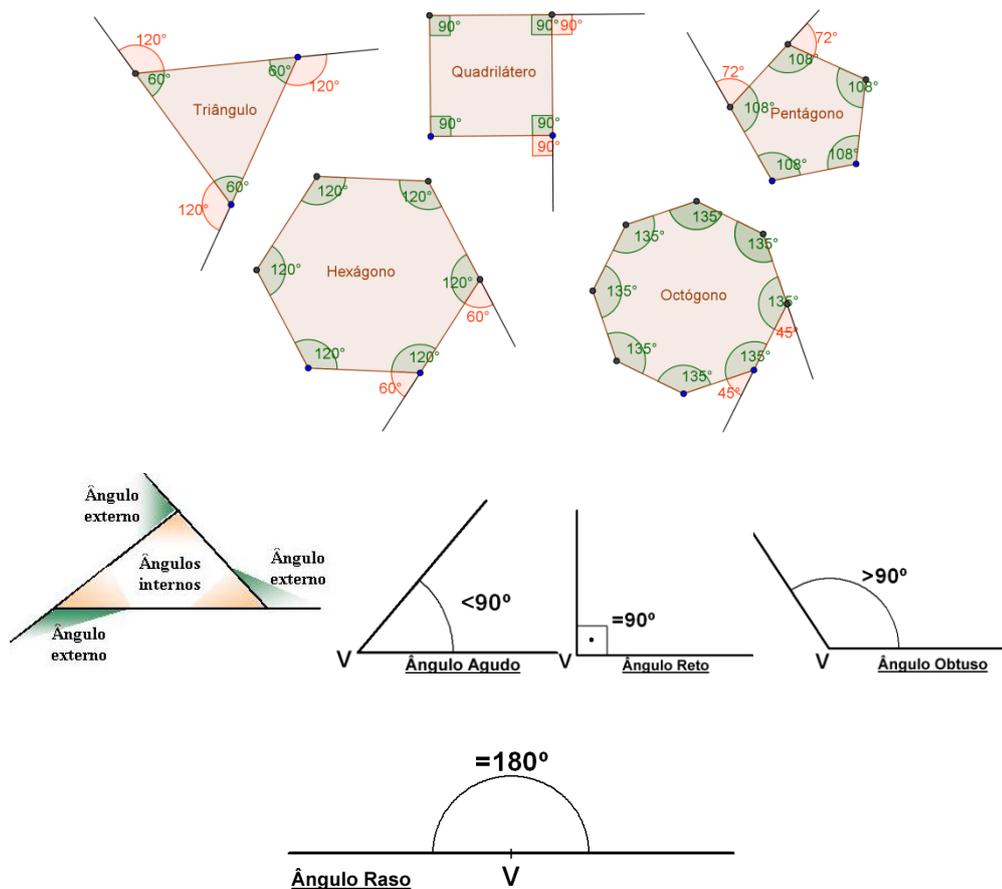


Figura 26 – Figuras que estavam no planejamento da dupla Isis e Isabela.

As acadêmicas não usaram essas informações que estavam presentes no final do planejamento em um tópico denominado anexo e esse foi um aspecto não foi questionado por nós.

Dando início a discussão da atividade perguntamos às acadêmicas se era necessário limitar os tipos de figura para representar as frações:

Isabela: Acho que não.

Isis: Não.

Ana: Se quer trabalhar forma geométrica? A partir da forma geométrica?

Isis: *No caso do quinto ano... fração vem antes do quinto? Por que se fosse terceiro... vê ou não? Por que se ela tiver sendo introduzida, as crianças tivessem sendo introduzidas, talvez sim.* Por exemplo, igual o caso da Joana e da Maria, se fosse, sei lá, o terceiro ano, se elas não conhecessem [como] faz o quadrado. Pra ver se elas já se apropriaram da forma que faz o quadrado, acho que o quinto ano não precisaria. Igual à gente colocou aqui porque poderia deixar sem.

Formadora: Pro quinto você acha que?

Isis: Deixa livre.

Formadora: Aí no quarto ano?

Isis: *É se eles não tivessem contato com a figura ainda, se é ângulo reto, a gente delimitaria. Ou faz ela com quadrado e depois faz ela com triângulo, com retângulo.*

Nesse diálogo observamos que Isis está mobilizando/construindo o *conhecimento pedagógico do conteúdo*, pois ela reflete sobre a influência do ano escolar sobre o conteúdo abordado e busca estratégias pedagógicas para abordá-lo. Como as acadêmicas não tiveram muitas experiências em sala de aula e possivelmente a formação inicial não propiciou essa discussão, elas tiveram dúvidas sobre o que era trabalhado em cada ano. A interação sujeito (futura professora) e objeto (o ensino do conteúdo de frações) exige conhecimentos sobre a organização do ensino e, pautados nos nossos estudos sobre os conteúdos abordados em cada ano, buscamos ajudá-las na compreensão de quais são os conceitos abordados nos anos iniciais:

Formadora: Eu acho que no quarto ano não tem essas propriedades ainda construídas. Viu! Acho que eles estão ainda no nome da figura, ainda vendo somente os lados iguais. Aí começam, no final do quarto ano, a discutir um pouco essa ideia do ângulo reto. E aí, no quinto ano mesmo que eles já vão para as propriedades. Vão entrar no paralelogramo, no paralelismo. Agora no quarto ano eles ainda não têm essa propriedade. Você pode imaginar essa atividade no quinto ano.

Li: No quinto sem delimitar.

Nesse momento discutimos tanto a questão da delimitação da figura como a contribuição da atividade para estudar o conteúdo. Acreditamos que se o aluno tivesse dificuldade com as propriedades das figuras geométricas planas eles não conseguiriam representar a fração, pois as mesmas deveriam ser mobilizadas para essa construção. Em relação à contribuição para a aprendizagem desse conteúdo, Isis afirma que os alunos vão representar as frações e apresenta exemplos que poderiam ser discutidos na aula:

Isis: [...] as figuras não aparecem pra eles, é pra eles ir representando as figuras, no caso no quinto ano eles vão ver isso. Entendeu? Aí geralmente o pessoal usa a pizza, mas a gente não conseguiu. *Dá o exemplo da barra de chocolate, dá o exemplo do bolo, da maçã. Não, maçã, não.*

Apesar dessas considerações elencadas pela acadêmica, *conhecimento pedagógico do conteúdo*, buscamos salientar que o aluno não representaria a fração se tivesse dificuldade com as propriedades das figuras geométricas planas. Além disso, existiam outros ambientes e/ou escolhas metodológicas que favoreceriam o trabalho com esse conteúdo, por exemplo, o ambiente papel e lápis, pois os alunos poderiam representar as frações usando diversas formas geométricas sem explicitar as propriedades exigidas no *software*. Durante essa discussão, Ana

levantou a questão de fornecer os comandos para os alunos. Diante disso, surgiram os seguintes argumentos:

Isis: *Eu não daria os comandos.* No caso se o aluno tivesse com dúvida eu ia sentar com ele e falar, assim tá está sendo pedido, proposto, pra fazer o quadrado...

[...]

Ana: Ajudando ele a pensar. Não dar o comando, tirar o xerox, e dar pra ele, mas fazer ele pensar no ângulo pra ele trabalhar o tamanho que ele quer. Ajudando o aluno a pensar.

[...]

Isis: *Aí poderia fazer igual você falou, questionar ele, por exemplo, quadrado tem que ter o quê? São todos lados iguais? Todos os lados diferentes? Deixar a partir das respostas que ele vai dando, a gente vai questionando, mas não delimitar.* Pode fazer o tamanho que ele quiser...

Nessa discussão as três acadêmicas chegaram ao acordo que não devem ser fornecidos os comandos, mas que o professor deve buscar meios de ajudar o aluno que estiver com dificuldade para resolver a atividade. Nesse momento, as acadêmicas mobilizam o *conhecimento pedagógico do conteúdo*, pois começam a pensar em como explicar e dar exemplos para que os alunos possam compreender o conteúdo. Nesse mesmo momento as acadêmicas discutem a maneira de explorar o conteúdo caso o aluno tenha dificuldade e a discussão delas, como vemos no excerto, nos mostra a preocupação em fornecer as informações sobre o conteúdo. As acadêmicas Ana e Isis disseram que não dariam os passos para efetuar o desenho, o que nos mostra que caberá ao aluno, com o auxílio do professor, realizar a atividade. Nesse sentido, a postura das acadêmicas se aproxima da abordagem construcionista. Caracterizamos essa preocupação com o modo de conduzir a aula como um *conhecimento pedagógico*, sendo que essa postura implica diretamente sobre a forma como instrumento vai ser usado no ensino dos conteúdos (CPK). Reforçamos, então, que o processo de *gênese instrumental* da tecnologia para o ensino inclui a construção de esquemas relacionados a essa ação. Assim, propor formações em que os sujeitos sejam apenas instrumentalizados não favorece a integração da tecnologia, pois somente esse conhecimento tecnológico é insuficiente para garantir um uso que provoque aprendizagem do aluno.

Cabe salientar que a experiência de Isis com o estágio, durante a formação inicial, contribuiu para algumas reflexões:

Isis: É eu até fiquei pensando, na utilização da régua, que na hora do estágio peguei o quinto ano; a minha dupla não tá aqui. *Aí eu pensei que quinto ano eles vão conseguir desenhar o tangram.* Eu tive que desenhar no mínimo umas dez vezes no quadro; primeiro eu fiz o quadrado, depois eu fui dividindo, até o uso da régua mesmo eles não conseguem mesmo a figura

fica torta. Eu falava, não, tem todos os lados iguais vamos lá. *Eles ficam, eles apanham muito mesmo.* Eu acho que nesse trabalho com o *software* nas figuras daria mais certo, o comando vai formar o triângulo. Não é igual na régua na hora de cortar ele fica torto e passa as figuras.

[...]

Li: Eu me lembrei agora que tinha umas atividades que me irritavam profundamente, eu queria passar para o quinto ano. Era tipo assim, esse negócio da divisão é bem interessante, por exemplo, quantos retângulos têm aqui? E o cara divide um monte de vez a figura! Meu Deus, eu *queria até dar uma atividade dessas pra criança, mas eu vou dar como, por exemplo, contar quantos retângulos têm? Aí eu comecei quantos retângulos ele tem aí eu comecei 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 daí eu falei entendeu? Daí eu falei legal porque eu fiquei quebrando a cabeça, mas dá para criança porque essa figura toda ela, ela pode representar outras figuras dentro dela.* No caso eu poderia fazer um quadrado aqui, se eu dividi o quadrado aqui já fica no caso triângulo, e daí da até pra puxar depois pro tangram por fora dele é um quadrado, mas por dentro dele tem outras figuras geométricas.

No primeiro excerto a acadêmica leva em consideração que os alunos do quinto ano possuem dificuldade em desenhar o tangram no ambiente papel e lápis e ela acredita que com o *software* o trabalho seria melhor. Na segunda fala notamos que Isis exemplifica um modo de abordar o conteúdo. Desse modo, nessas duas falas destacamos a mobilização do *conhecimento pedagógico do conteúdo*, uma vez que Isis discute questões pedagógicas sobre a abordagem o conteúdo.

Ainda em relação ao planejamento, quando solicitamos que as acadêmicas elaborassem um planejamento pedimos que explicitassem como seria feita a avaliação que foi apresentada como segue:

A avaliação acontecerá de modo processual, avaliando cada momento em que o aluno esteve envolvido com as atividades. Iremos observar o processo de construção da representação de frações para saber se os alunos souberam relacionar as frações representadas de forma numérica com os desenhos construídos por eles através do *software*. (planejamento)

As acadêmicas propõem realizar avaliação processual e justificam essa escolha. Esse conhecimento pertence à categoria de *conhecimento pedagógico*, mas como é claramente explicitada a relação entre a aprendizagem visada e o tipo de avaliação proposta caracterizamos esse conhecimento como sendo pedagógico do conteúdo (*CPK*). De modo geral, esse primeiro planejamento foi permeado de dificuldades e dúvidas sobre o modo de conduzir a aula, isso se deu devido à falta de experiência em trabalhar esse conteúdo. Além disso, dificuldades conceituais não favoreceram a proposta de um trabalho mais “rico” com o conteúdo.

Cabe destacar que as informações presentes no planejamento eram vagas e, portanto, não permitia uma compreensão clara sobre a dinâmica da sala de aula. Contudo, a atividade era interessante, pois propunha o ensino de um conteúdo matemático de um modo que poderia levar o aluno a refletir sobre as propriedades de figuras geométricas plana, se aplicada com o quarto ou quinto ano, pois para o terceiro a proposta exigia conhecimentos ainda não vistos.

Como no primeiro planejamento as acadêmicas apresentaram dúvidas sobre que conteúdo é abordado em cada ano dos anos iniciais do ensino fundamental, propusemos que analisassem três livros didáticos e identificassem quais e como os conteúdos de Geometria eram abordados em um ano dos anos iniciais. Acreditávamos que esse momento poderia favorecer a construção do *conhecimento pedagógico do conteúdo*, pois as acadêmicas analisariam propostas de ensino de conteúdos da Geometria.

Isis e Isabela apresentaram, em slides, considerações sobre o que haviam observado em livros do terceiro ano. Os slides continham os seguintes tópicos:

Nome, característica, identificação, representação: quadrado, triângulo, círculo, retângulo, cubo, pirâmide, esfera, paralelepípedo, cone e cilindro.

Os exercícios apresentam perguntas diretas como, por exemplo: há algum objeto que lembre o cilindro? Qual?

Os sólidos aparecem de diferentes formas: objetos que lembram sólidos para alunos identificarem, sólidos montados com canudos e massa de modelar, planejados, partes para crianças completarem os desenhos, reconhecer uma das faces de objetos;

Tangram: com o material complementar em mãos, os alunos devem: contar as peças, e saber quantas são quadradas e triangulares, montar figuras propostas.

Simetria: eixos de simetria: horizontal, vertical e ambos.

Localização e deslocamentos em malhas quadriculadas. (planejamento)

Aspectos do tipo de abordagem realizada nos livros didáticos também foram levantados pelas acadêmicas. Os principais deles são as questões “diretas” apresentadas no livro, maneiras de trabalhar com os sólidos geométricos e questões exploradas no trabalho com as figuras geométricas (parte em negrito no excerto acima). O trabalho com o tangram também foi apontado pelas acadêmicas e durante a discussão uma dúvida surgiu:

Isis: [O tangram] só apareceu em um livro [dos três que olharam]. *Para eles pegarem o [tangram no] material complementar e deveriam contar as peças, até saber quantas são quadradas e quantas são triangulares. E montar as figuras propostas só que eu não sei se o... Esse aqui é o paralelepípedo [apontando para o paralelogramo]? Não é o...? Como que é o nome dessa figura?*

Alice: Paralelogramo!

Isis: [...] Tá falando para a criança pegar o material complementar, que é o tangram, e identificar quais são quadradas e triangulares. Só que ele se esqueceu dessa peça aqui.

Formadora B: Qual que é a dúvida?

Isis: Então se não falar eu não sei a criança vi pegar esse aqui [paralelogramo] e não sei se ela vai entender como quadrado. Porque não é!

Formadora b: *Às vezes é agrupar as formas triangulares e agrupar as quadradas.*

Observamos que as acadêmicas estavam em dúvida sobre o modo escolhido para trabalhar a atividade pudesse dificultar a sua realização pelo aluno. Discutimos, então, que a proposta do livro era que os alunos pudessem manipular as peças e agrupá-las conforme as suas características, sendo que, algumas peças do tangram poderiam não pertencer a esses agrupamentos, por exemplo, o paralelogramo. No excerto a seguir podemos observar outro aspecto metodológico destacado:

Isabela: *Eles não exploram muito outros tipos de materiais.* Aí ele apresenta também o conceito de simetria, né, horizontal e vertical. Os eixos horizontal, vertical e os dois. E a questão da localização [...].

[...]

Isabela: Então os exercícios de localização. Mover a tartaruga numa área até encontrar outra coisa. Conceitos de direita e esquerda acho que fica parecido com aquela atividade do primeiro dia.

Isis: *É, esse [conteúdo de localização] tem bastante nos livros. Eu nem sabia que isso era conteúdo de Geometria.* É que tem lá, leve a tartaruga até esse não sei aonde. Ela tá no nó, ela tá no meio, ela tá na coluna A1. Esse deslocamento, né?

Nas falas das acadêmicas observamos que esse momento contribuiu para que elas refletissem sobre o ensino de Geometria exposto no livro didático, pois começam a perceber o trabalho com conteúdos que desconheciam e elementos que não são bem explorados. Essa discussão precedeu o momento de elaboração do planejamento, para que as acadêmicas estivessem mais familiarizadas com conteúdos de matemática abordados no terceiro ano dos anos iniciais o que também contribuiria com a elaboração do planejamento. Essa interação sujeito-objeto favorece processo de *gênese instrumental* do *Superlogo*, pois nela reside elaboração do conhecimento pedagógico, o conhecimento do conteúdo, bem como, a interseção entre esses dois tipos de conhecimentos, sendo esses três tipos fundamentais para o ensino com qualquer artefato.

No segundo planejamento elaborado pela dupla (8º encontro) os conteúdos abordados foram “Operações matemáticas (soma, subtração, multiplicação, divisão); Deslocamento; Lateralidade”. Elas afirmaram que elaboraram uma atividade em que o aluno retomaria o estudo das quatro operações articulado ao trabalho com a lateralidade. Com a ferramenta

aprenda elas criaram um “comando” temporário no *software* (uma macro-construção) e para usá-lo o aluno deveria digitar a palavra *malha* na janela de comandos, obtendo, então, a figura 26. Frente a essa figura o aluno deveria deslocar a tartaruga até uma “casa” com uma operação e resolvê-la, em seguida, digitar o comando *mudecp [resultado da conta] pinte*, por exemplo, na operação $7 - 5$ o comando a ser digitado é *mudecp [2] pinte*. Cada resultado de uma operação é relativo a uma cor, cujo gabarito fornecido no planejamento é o da figura 27.

$7+6$			$8-5$
	2×7	$16/4$	
	$5+4$	$25/5$	
$1+0$			$7-5$



Figura 27– Imagem da atividade no *Superlogo* explicitada no planejamento.

Fonte: Planejamento do 8º encontro

$7+6$			$8-5$
	2×7	$16/4$	
	$5+4$	$25/5$	
$1+0$			$7-5$

Figura 28 –Gabarito da atividade presente no planejamento.

Fonte: Planejamento do 8º encontro

Quando discutimos um modelo de planejamento (3º encontro), abordamos a necessidade de esse conter detalhes sobre a atividade. Na primeira versão do planejamento a atividade foi apresentada como segue:

Atividade:

Dentro da malha quadriculada existem algumas operações matemáticas que os alunos deverão resolver. O resultado das contas representa o número de uma cor do Logo que será utilizada para pintar o quadrado da malha.

O comando que permite a pintura da malha será dado para os alunos no início da atividade. Comando: *mudecp [resultado da conta] pinte*. (planejamento)

Essa é a única descrição sobre a aplicação da atividade presente no planejamento. Como as informações apresentadas são vagas, durante a discussão do planejamento buscamos compreender melhor a proposta das acadêmicas.

Formadora B: Pode propor igual vocês fazem para eles [os alunos] mesmo! A tarefa é? Não precisa falar o objetivo, pode falar a tarefa.

Isis: A gente ia chegar e levar as crianças para o laboratório de informática, [...] E explicar a atividade igual a Isabela fez: a gente vai trabalhar no LOGO hoje com vocês e vão ter que resolver as continhas. E, a gente ia deixar o documento, ops, os comandos aqui no quadro ou entregar impresso para eles

para... a gente pensou em entregar impresso para eles, pra até ficar mais fácil. *De dupla eles olham, assim, ou individual, melhor do que olhar para o quadro assim, eles perdem.* [...] Daria o exemplo, por exemplo, $2+1$ é 3 daí para pintar a cor que está sendo solicitada, *mude cp 3 pinte* essa é a atividade e com isso *eles vão trabalhar além de resolver as operações matemáticas* né, deslocamento e localização na malha.

As acadêmicas explicitam o modo que conduziram o início da aula, e observamos a mobilização de um *conhecimento pedagógico do conteúdo*, pois elas evidenciam o modo como abordariam o conteúdo das quatro operações. Na sequência, resolvemos (formadoras e demais acadêmicas) a atividade simulando uma situação de sala de aula e as acadêmicas não interferiram nesse momento. Quando elas perceberam que todos haviam terminado começaram a resolver a atividade em grupo.

Isabela: Então nós vamos corrigir a atividade. .

[...]

Isis: Você quer andar com a tartaruga? Vai resolver com a tartaruga?

Isabela: Ah não! Quais continhas vocês querem fazer?

Ana: A mais fácil!

Isabela: Qual é a mais fácil? A do um!

Ana: A do 1!

Isabela: Então vamos ver se todo mundo ficou com o mesmo resultado!

Durante o encerramento da aplicação da atividade as acadêmicas abriram a atividade no *software* para o grupo todo usando o projetor, em seguida, perguntaram os resultados das contas e as cores obtidas. E assim fizeram com todas as contas. Caracterizamos os conhecimentos mobilizados sobre a validação das respostas dos alunos como *conhecimento pedagógico do conteúdo*. Isis justificou como chegaram à atividade:

Isis: Inicialmente a gente tinha pensado... a gente fez a malha e depois tinha pensado em colocar, ou pintar, e pedir para eles se deslocarem dando, sei lá, passa pelo nó²⁷, uma coisa assim, ou corte o quadradinho, tal e tal. Depois a gente pensou em por alguma...tipo por algumas figuras, algum desenho ali em cada quadradinho ou em uns para eles fazerem o percurso. *Só que a gente não conseguiu fazer.* A gente falou: ah, dá para por uma conta...

Formadora B: Vocês não conseguiram porquê?

Isis: Não deu para colocar; por exemplo, a gente queria que ela *digitasse a malha e aparecesse, por exemplo, se colocasse a malha, sei lá, um círculo ali.* A gente não conseguiu.

Formadora B: Ah, um círculo na malha.

Isis: Isso, em cima colocar um círculo, aqui no meio colocar um triângulo, alguma coisa, assim, para ele se deslocar a gente ia dar a dica! Como a gente tinha falado,né? Por exemplo, *colocar um quadrado maior e um menor, uma figura geométrica colocar assim: ah eu sou, tenho quatro lados iguais só que não sou [um quadrado] azul [...], entendeu?*

²⁷ Passar pelo nó significa passar pelos vértices dos quadrados da malha.

Observamos que as atividades que as acadêmicas pensaram necessitavam de conhecimentos tecnológicos que elas não possuíam e essa dificuldade teve como consequência a mudança de conteúdo. Cabe destacar que essa atividade que elas pensaram, e não conseguiram fazer no *software*, poderia se realizada no ambiente papel e lápis, imprimindo uma malha com as figuras geométricas dentro de cada quadrado, sendo esse um *conhecimento pedagógico do conteúdo* mobilizado pelas acadêmicas. Nesse ambiente elas conseguiriam discutir o agrupamento das figuras geométricas planas, mas sem trabalhar a questão da lateralidade como é possível se a atividade fosse realizada no *software*.

Ao analisarmos a proposta de elaboração do planejamento percebemos que alguns aspectos necessitavam serem revistos. As duas propostas apresentadas pela dupla era de retomada de conteúdos, o que implica em usar a tecnologia apenas como complemento ao trabalho da sala de aula. Outro aspecto a ser considerado diz respeito à dupla Joana e Maria que sempre propunha atividades em que fornecia todos os comandos para os alunos realizá-las sem propiciar a construção de conhecimento. Diante dessas situações optamos por elaborar e aplicar uma atividade, no penúltimo encontro, para que as acadêmicas tivessem mais um exemplo de atividade dentro paradigma construcionista de uso de tecnologia.

A atividade poderia ser aplicada a partir do terceiro ano do ensino fundamental e tinha como objetivo construir o conceito de abertura do ângulo e explorar a noção de estimativas de medidas por meio do *Superlogo*. A proposta era um jogo de tiro ao alvo a ser realizado em dupla e, o aluno/jogador tinha que efetuar comandos no *software* para atingir os alvos apresentados (figura 28)²⁸. Após cada jogada era necessário recolocar a tartaruga na posição inicial para que o próximo jogador efetuasse a jogada.

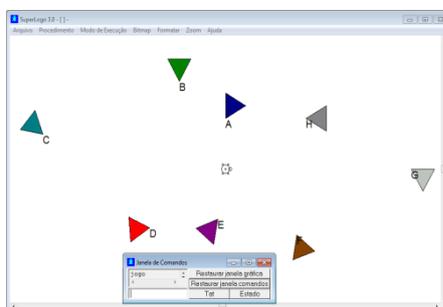


Figura 29 – O jogo do tiro ao alvo

²⁸ Mais detalhes do jogo são fornecidos na página 59.

As acadêmicas realizaram a atividade e, em seguida, discutimos essa proposta de ensino. Questionamos as acadêmicas sobre conhecimentos que estavam sendo construídos na atividade e Ana nos disse:

Depende do ano que for aplicar, eu acho que esse aqui ele pode ser aplicada tanto no começo do segundo ano até o quinto ano, mas em cada ano tem a suas propriedades. No caso do primeiro ano a questão de lateralidade tá bem clara a criança não vai precisar saber de ângulo. Mas, já no quarto e quinto ano acho que isso seria necessário para se aprender [ângulo].

Na opinião de Ana a depender do ano em que a atividade for realizada um conhecimento diferente pode ser explorado pelo professor. Essa percepção de Ana está ligada ao *conhecimento pedagógico do conteúdo* e buscamos discuti-la nesse momento. Cremos que essa atividade pode ser prematura para o primeiro ano, pois o aluno teria que usar valores altos, que ainda não aprenderam nesse ano, além disso, teriam que desfazer os comandos após tentarem atingir cada alvo, enfim, esses detalhes dificultaria e a realização do jogo no primeiro ano. No entanto, do segundo ano em diante essa atividade era possível de ser realizada e nessa discussão, Isabela disse que o conceito envolvido era a noção de ângulo e deslocamento e que não era necessário o aluno já ter estudado o conteúdo de ângulos para realizar a atividade. No final da discussão, reforçamos que o conhecimento de ângulos não era um pré-requisito para resolver a atividade, pois a noção de amplitude de ângulo era para ser construída na mesma. Essa última atividade que propusemos no projeto forneceu às acadêmicas um modo de iniciar, intuitivamente, o estudo do conceito de ângulos nos primeiros anos do ensino fundamental. Por se tratar de um jogo, essa atividade teve um caráter mais lúdico, mas não perdeu de foco o conceito matemático desejado.

Foi possível perceber a mobilização e/ou a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo, por parte das acadêmicas, na elaboração e aplicação dos planejamentos, pois nesses era preciso transpor um conteúdo para o ensino. Nas atividades propostas por nós as acadêmicas puderam ver exemplos de abordagem do conteúdo, mas nesse caso não podemos inferir se e quais conhecimentos relativos ao conteúdo foram construídos. A pouca familiaridade das acadêmicas com o tema dificultou a tomada de algumas decisões, por parte delas, quanto ao conteúdo a ser abordado em cada ano, entretanto, enriqueceu os diálogos sobre o assunto, propiciando a construção do *conhecimento pedagógico do conteúdo* (CPK).

O conhecimento do conteúdo e da pedagogia é importante para a ação do professor com qualquer tecnologia e ele é construído na interação professor-objeto (conteúdo para o ensino), além disso, o professor tem saber como cada tecnologia estrutura a sua ação e nesse

último ponto reside a necessidade de construir o *conhecimento pedagógico tecnológico*, pois o professor tem que saber se e como determinado objeto pode ser abordado no *Superlogo*.

3.3 Categoria Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK)

Para que o professor possa fazer uso da tecnologia é importante que ele saiba os efeitos de um artefato no trabalho com o conteúdo. Ele deve poder avaliar quais são as potencialidades didáticas que tornam um artefato mais interessante que outro do ponto de vista da aprendizagem do aluno. Ademais, uma vez escolhido o artefato ele tem que saber como agir com esse novo meio para que o seu aluno aprenda ou para favorecer a aprendizagem de seu aluno. Diante disso, buscamos beneficiar essas reflexões durante os encontros. No primeiro encontro, iniciamos com a discussão de que o uso do *Superlogo* pode influenciar na compreensão dos conceitos pelos alunos. Buscamos discutir com o grupo sobre as potencialidades desse *software*, ou seja, possíveis “vantagens” de usar esse instrumento no ensino. Fizemos, então, uma comparação entre a realização dessa atividade no *software* e no ambiente papel e lápis. Durante essa discussão surgiram os seguintes argumentos:

Isis: Aqui eu acho legal porque não tem a linha, *não tá limitado*²⁹. Porque igual eu falei, ele pode escolher a vermelha, a azul, amarela, no livro não, ele não [tem] essa opção geralmente tá o tracinho lá ou tá aquele sei lá, por exemplo, ligue o cachorro a....e tem lá e você *só pode ir por aquele caminho*. E aqui não, você pode escolher.

[...]

Maria: *E a geração das crianças de hoje é a tecnologia. Eu acho que eles se interessam muito mais.*

[...]

Joana: *Chama mais atenção.*

[...]

Isabela: Eu acho que no *software* é mais fácil porque a tartaruginha vira e ele sabe que ela está indo para esquerda ou indo para direita e *no papel não, ele não tem essa noção de imaginar a tartaruginha se virando.*

Alice: Eu acho que no papel se fosse para trabalhar a lateralidade teria que usar a régua. Teria que falar *para eles que eles teriam que usar direita ou esquerda e frente* [...] vai pela frente, só vai usar a *noção de frente.*

[...]

Alice: A questão da *ludicidade* também.

Nesse excerto percebemos ideias relacionadas ao uso da tecnologia como motivação, para atrair a atenção dos alunos por seu aspecto lúdico. De fato, o uso da tecnologia no ensino pode ter esses aspectos, mas acreditamos que dependendo de como é utilizada só a motivação

²⁹ A acadêmica se refere a primeira atividade do primeiro encontro.

não garante um uso que leve à construção do conhecimento. Consideramos a motivação e a ludicidade como *conhecimentos pedagógicos tecnológicos*, entretanto, a tecnologia está sendo vista separada do conteúdo, como se ela fosse o centro da atividade. Já as falas de Isabela e de Alice apresentam a ideia de que o instrumento favorece a forma de trabalho com o conceito, pois elas discutem aspectos possíveis de serem trabalhados no *Superlogo*, comparando com o trabalho no ambiente papel e lápis (*conhecimento tecnológico pedagógico*). Acreditamos que esse ponto de vista se aproxima da ideia de integração de tecnologia sobre a qual nos fundamentamos e buscamos enfatizar, nesse e nos demais encontros, que o uso da tecnologia no ensino deve contribuir para o trabalho com o conceito.

A primeira atividade foi o primeiro contato das acadêmicas com uma proposta de ensino usando o *Superlogo* e foi assim que iniciaram o processo de instrumentação do *Superlogo* para o ensino. Ao final do encontro fizemos o fechamento da discussão argumentando sobre as retroações que o *software* fornece e o trabalho com a lateralidade. Na análise da discussão observamos que as questões que propusemos levaram as acadêmicas a refletirem sobre o uso do *software*.

No segundo encontro buscamos realizar um debate sobre a importância do papel do professor no processo de aprendizagem com o auxílio da tecnologia e, para tanto, discutimos duas abordagens de uso da tecnologia. Essa discussão foi fundamentada na leitura de dois textos propostos ao grupo (VALENTE, 1997; 2002). Iniciamos o debate pedindo que as acadêmicas construíssem um quadrado e, nesse momento, adotamos, como formadoras, uma postura pautada na abordagem construcionista. Em seguida, mudamos a postura e fornecemos os comandos para que elas desenhasssem um triângulo, seguindo, assim, os preceitos da abordagem instrucionista. Terminadas as atividades iniciamos a discussão dos textos e, para tal, propusemos algumas questões para a discussão acerca das abordagens instrucionista e construcionista, duas delas presentes nos textos: uma sobre *o que é informática na educação* e a outra a respeito do *uso inteligente da tecnologia na educação*³⁰. Discutimos, também, se existia alguma relação entre a atividade que propusemos e os textos, se elas percebiam algumas características das abordagens instrucionista e construcionista nas atividades propostas e os desafios e possibilidades do uso da tecnologia no ensino. Nas falas a seguir apresentamos algumas características levantadas pelas acadêmicas:

³⁰ Essa questão está ligada ao título do texto “*O Uso Inteligente do Computador na Educação*”.

Isis: Sim, primeiro vocês falaram *para a gente desenhar um quadrado e deixou a gente livre para fazer tentativa*. Não, não é tentativa e erro, vou colocar assim, aí depois já explicou quem conseguiu [...]. Aí todo mundo chegou a mesma conclusão, igual a gente não tinha parado para pensar nessa divisão dos ângulos que se você virar 90° sempre vai ficar reto, depois que a gente terminou a atividade a gente viu isso. E depois, *deu uma atividade já dirigida, todo mundo junto dando os comandos já*, para a gente fazer um triângulo.

Isabela: Acho que a do *construcionismo é a do quadrado, né! E do instrucionismo é o triângulo*.

Isabela: Acho que a *construcionista a gente que cria*, a gente tem que ver o ângulo, a gente tem que pensar, calcular. E a *outra não, é uma coisa pronta a gente só tem que seguir*.

Carla: Que *não é só dar algo que vai dar as respostas para o aluno*, mas fazer com que *o aluno construa esse programa*. Achei até assim um pouco difícil se o professor não tiver um preparo, não entender, né, o processo como funciona certinho para esse aluno estar construindo assim, mas eu achei bem interessante *levar a proposta pro aluno fazer, não só o computador trazer a resposta*.

Alice: O que eu achei interessante nos textos é que [eles] *levam em consideração essa mediação do professor* entre o aluno e o computador, ele não nega que a sociedade diga que o computador e o professor não estão... seja... uma abordagem... é possível... mas ele faz com que essa abordagem seja uma realidade. Porque, sem o professor não tem como fazer essa interação. É isso que eu achei interessante.

A abordagem construcionista foi adequadamente caracterizada pelas acadêmicas, pois apresentaram aspectos centrais dessa proposta, tais como: presença do professor como mediador, papel ativo do aluno e a sua construção do conhecimento. Da mesma forma, a abordagem instrucionista foi adequadamente caracterizada pelas acadêmicas que evidenciaram que nessa abordagem o professor fornece as informações. As participantes relacionaram as diferenças da nossa postura durante a realização das duas atividades propostas com as duas abordagens vistas. Proporcionar, ao futuro professor, reflexões sobre o fato de que o modo como professor conduz a sua aula influencia as relações do aluno com o saber, é um meio de contribuir para a construção do seu *conhecimento pedagógico*.

Um professor com profundo conhecimento pedagógico compreende como os alunos: constroem conhecimentos, adquirem habilidades, desenvolvem e usam o pensamento e têm aptidão favorável para a aprendizagem. Como tal, o conhecimento pedagógico requer uma compreensão do cognitivo, social, e as teorias de desenvolvimento de aprendizagem e como se aplicam aos alunos em sala de aula. (KOEHLER, MISHRA, 2009, p.64, tradução nossa)

Como essa discussão pedagógica visava o uso da tecnologia esse momento contribuiu para a construção do *conhecimento pedagógico tecnológico*. A nossa intenção com esse encontro foi contribuir com a mobilização e construção de conhecimentos dessa categoria,

assim como, apresentar a abordagem construcionista, adotada por nós, por acreditarmos nas suas contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem. A percepção da contribuição dessa abordagem pelas acadêmicas poderia colaborar para que as mesmas viessem a adotá-la em sua futura prática. Durante esse debate Isis levantou a seguinte questão:

Isis: O instrucionismo, não seria quando você só faz o que o computador pede? Ele corrige, não seria isto?

Isis: [...] O *construcionismo* seria você ensinar o computador, por assim dizer, e não ele ensinar você que é o outro.

Isis: É, o computador [no instrucionismo] faz isso, dá uma pergunta e tem que dar a resposta. Daqueles que irritam, você aperta a bolinha dá a resposta e você está errado você tem que...[...]. E o construcionismo você meio que ensina; igual aqui, a hora que você dá o comando a tartaruga só vai fazer o que você tá mandando, igual coloca no texto.

Carla: Ah, não só o computador né, [no instrucionismo] o professor tem que instruir o que eles têm que fazer. Eles só vão seguindo, né. Também é uma forma de instrucionismo!

Notamos que Isis relaciona a abordagem instrucionista com os *softwares* que valorizam o estímulo e resposta. Esses tipos de *software* favorecem um trabalho nessa abordagem, mas não é somente o *software* que caracteriza esse tipo de trabalho. Podemos ter um *software* desse tipo e um professor com postura construcionista que, por isso, conduz a atividade de modo a possibilitar que os alunos construam o conhecimento.

O conhecimento sobre tipos de *software* e como eles influenciam na interação do aluno com o objeto de estudo compõe a categoria do *conhecimento pedagógico tecnológico*, pois

é uma compreensão de como o ensino e a aprendizagem podem mudar quando determinadas tecnologias são utilizadas de forma particular. Isso inclui saber as possibilidades pedagógicas e restrições de uma série de ferramentas tecnológicas como elas se relacionam disciplinarmente e se adequando ao desenvolvimento de projetos pedagógicos e de estratégias. Para construir TPK é necessário uma compreensão mais profunda das restrições e possibilidades das tecnologias e os contextos disciplinares, dentro os quais, a tecnologia tem uma função necessária. (KOEHLER, MISHRA, 2009, p.65, tradução nossa)

Assim, aproveitamos a fala de Isis para ressaltar o fato de que os tipos de *softwares* apontados por Isis fornecem poucas possibilidades pedagógicas, pois, geralmente, as questões são propostas pelo *software* e o professor não pode fazer modificações. Muitos desses *softwares* têm o papel de fornecer e corrigir listas de exercícios. O *Superlogo* não se enquadra nessa categoria; nele os alunos e o professor podem criar atividades e as retroações que esse *software* possibilita, contribuem para que o aluno possa verificar se o resultado obtido era o

desejado. Durante a realização da atividade pelo aluno a postura do professor é fundamental para que o uso do *software* favoreça essas retroações. As acadêmicas demonstram preocupação com o professor nesse processo, conforme observamos no excerto a seguir.

Carla: Que não é só dar algo que vai dar as respostas para o aluno, mas fazer com que o aluno construa esse programa. *Achei até assim, um pouco difícil se o professor não tiver um preparo*, não entender, né, o processo como funciona certinho *para esse aluno construir assim*; mas eu achei bem interessante levar a proposta pro aluno fazer não só o computador trazer a resposta.

Carla: Quando ele [vídeo] fala que informatizou³¹ a escola, mas não mostra que não deu um curso para o professor também. É também o que traz no texto que na formação continuada não tem quase, não trabalha isso, então, também, a gente tem que olhar esse lado aí.

Isis: Se já é complicado para a gente imagina para o professor.

Carla: É por que às vezes ele tem até medo, né!

Isabela: Ainda mais que as crianças estão mais habituadas né, as vezes, você não domina e a criança tem muito mais facilidade.

A preocupação das acadêmicas com a formação de professores vem ao encontro das angústias que nos levaram a essa pesquisa, até porque, o professor é o responsável por usar a tecnologia na sala de aula. Assim, buscamos discutir o fato de que se o professor tem uma postura tecnicista na qual fornece informações para os alunos, a tecnologia vai ser somente mais um meio para isso, favorecendo a abordagem instrucionista. A proposta desse momento era discutir que para o uso da tecnologia contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem o professor deve preparar-se e buscar uma prática na qual o aluno tenha papel ativo no processo de construção do seu conhecimento. Entendemos que essas falas das acadêmicas vão ao encontro do que propusemos. Mishra e Koehler (2006, p.1024, tradução nossa) discutem a questão do preparo dos professores:

O fato de que essas tecnologias estão aqui para ficar não pode ser posto em dúvida. Além disso, a rápida taxa de evolução das novas tecnologias digitais impede de se tornar “transparente”. Qualquer momento, em breve, os professores terão de fazer mais do que simplesmente aprender a usar as ferramentas disponíveis atualmente, mas também terá de aprender novas técnicas e habilidades, pois tecnologias atuais se tornarão obsoletas.

O lápis e papel, quadro, caneta, são tecnologias transparentes, ou seja, fazem parte do ambiente escolar e o seu uso nesse contexto é claro, mesmo que as vezes sejam usados para passar informações para o aluno, o que caracteriza um ensino instrucionista. Quando vai usar o quadro e giz o professor sabe a função desse material, já vivenciou trabalhos com esse

³¹ A acadêmica está se referindo ao vídeo Tecnologia versus metodologia.

material, portanto já desenvolveu esquemas de uso relativos a esses artefatos (que são instrumentos para ele). Entretanto, os *softwares*, jogos e outros, ainda não são transparentes e seu uso para o professor ainda não está muito claro, por isso a necessidade de preparar um professor para ser crítico e reflexivo acerca do uso da tecnologia no processo de ensino. Assim, para que uma tecnologia possa ser usada para contribuir com a aprendizagem dos alunos as dificuldades levantadas pelas acadêmicas devem ser objeto de estudo nos cursos de formação inicial e também naqueles de formação continuada. Na continuação do debate as acadêmicas apontaram ainda algumas dificuldades delas com relação ao processo de usar a tecnologia no ensino:

Carla: Eu senti uma *certa dificuldade em achar software*, eu preciso de um *software* de Geografia. *É complicado assim, não tenho ideia, sabe?* A gente chega *na escola também não tem nada*. Aí você fica meio que sem recurso, né? Você não tem recurso, né? O que eu posso fazer? Sabe? *É complicado!*

Isabela: O mais difícil é saber como unir o computador com a sala de aula, porque dependendo do jeito que você trabalha um anula o outro, assim. Às vezes, você usar o computador, mas não usar da forma certa num vale nada, né.

Isis: Até isso é complicado; igual revezamento para usar a sala de informática. Tem escola, sei lá, tem 30 salas como que você vai? Já deixa agendado; igual foram lá, ah amanhã você vai lá. Acho que tem que ser, ou pelo menos a política da escola tem que ver, o professor que precisa pro mês, que nem esse mês eu vou usar. Porque, se não você faz planejamento como vai? São 30 turmas ou mais até, não tem como. [...] Não tem nada a ver, né? Você só vai lá perder tempo, perder duas horas lá [...]. Vamos imaginar uma situação que o professor use, porque igual aqui vocês estavam explicando, passa o comando, aí vai conversando e vai aplicando. É bem mais interessante! Mas geralmente o que acontece é o professor mesmo [depende do professor], é toda uma estrutura que tem que funcionar.

Um dos primeiros passos quando o professor decide fazer uso da tecnologia nas suas aulas é encontrar um artefato que permita que ele trabalhe o conteúdo desejado. Carla menciona essa dificuldade em encontrar um *software*. Acreditamos que para os professores dos anos iniciais esse passo seja ainda mais complicado, uma vez que lecionam várias disciplinas. Nesse sentido, o *conhecimento pedagógico tecnológico* tem que ser constantemente reconstruído por esses profissionais em diversas áreas. Vemos, assim, nessa fala da acadêmica um fator que acarreta algumas dificuldades no processo de integração da tecnologia na prática do futuro professor dos anos iniciais.

Isis fala da importância de ter uma boa estrutura para que o professor possa usar a tecnologia no ensino. Concordamos que uma boa estrutura e organização são importantes para que o professor use a tecnologia, porém não podemos esperar ter a estrutura desejada para

começarmos a refletir sobre modos de usar a tecnologia no ensino. Isabela fala de usar o computador da forma certa e diz, em outro momento, que acha que o uso inteligente do computador seria uni-lo com a sala de aula.

Isabela: É igual a professora relatou aqui que ela avisou os alunos que eles iam mexer no logo né com a tartaruginha e *já criou um expectativa nele*, então é outra coisa. Porque é, *eles têm curiosidade, eles criam o interesse porque é uma coisa nova, eles não vão ficar lá na sala, professor no quadro e eles sentados*.

Isabela: Se *sentem ativo, né, eles estão construindo* né? Acho que é isso, eles participam do processo; ele não só copia, ele faz.

Alice: Eu acho *que o reforço, reforçar aquilo que eles aprenderam* em sala de aula, vai estar reforçando o que eles vão aprender na sala de informática.

Alice: [...] mas uma das questões será o reforço. Por exemplo, *em questão do aluno tá começando trabalhar a tabuada é um estímulo pra ele aprender mais* a aprender a tabuada fazer lá as contas de multiplicação no word ou, sei lá, alguma coisa assim.

Usar o computador só porque aumenta o interesse - como já discutido na análise do primeiro encontro - não é suficiente para contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem de um determinado conteúdo. No segundo encontro, retomamos essa discussão e argumentamos com as acadêmicas que realmente existe esse interesse por parte dos alunos quando usamos o computador, mas se a atividade não atribuir papel ativo aos alunos o interesse acaba e não temos muitos resultados interessantes para a aprendizagem. Assim, para manter esse interesse durante a atividade temos que buscar manter o aluno ativo na construção do seu conhecimento e a atividade realizada deve possibilitar e favorecer esse processo.

Durante a discussão Alice falou que tinha ficado confusa, na realização da atividade, com relação à unidade de medida do *Superlogo*.

Alice: A atividade é interessante, eu gosto, realmente dá uma [confusão]. No meu caso eu fico meio confusa, mas dá para entender depois e um pouco de calma dá para entender como vira os 90 graus; porque eu não tinha entendido era essa questão da unidade de medida de ângulo e polegada ainda não tinha entendido.

Alice: É a unidade de medida. É por isso que eu fico confusa, em qual unidade de medida entendeu porque quando eu viro, para mim é ângulo. Porque se eu viro, girar para mim é ângulo, aí eu fico confusa como virar nessa unidade de medida.

Esclarecemos que o deslocamento tinha como unidade de medida o pixel e o giro era o ângulo que tinha como unidade de medida o grau. Enfatizamos essa diferença entre as unidades de medidas, para que isso não representasse dificuldades com a utilização do *software* durante as atividades, dificuldades essas relacionadas a saber como o *software* funciona, ou seja, ligadas ao processo de instrumentalização do *Superlogo* (RABARDEL,

1995). Na sequência da discussão do texto exploramos propriedades geométricas do quadrado e do triângulo.

É importante ressaltar que o segundo, o terceiro e o sexto encontros tiveram uma parte do tempo destinada ao trabalho com conceitos da Geometria. Desse modo, não conseguimos identificar, nesses momentos, a mobilização de *conhecimentos pedagógicos tecnológicos*. Entretanto, acreditamos que essas atividades possibilitam a construção desse tipo de conhecimento, pois as futuras professoras podem perceber, durante a realização dessas atividades, que se a intenção é, por exemplo, ensinar a construção do hexágono regular no terceiro ano do ensino fundamental, o *Superlogo* pode não ser o *software* mais indicado. Isso se dá devido ao modo como essa tecnologia age sobre esse conceito matemático, exigindo a mobilização de propriedades que só serão estudadas no quinto ano do ensino fundamental tais como: todos os ângulos possuem a mesma medida, para construir um ângulo interno dessa figura é preciso efetuar o giro usando a medida do ângulo externo (que é o suplementar) e que todos os lados são iguais. Essas questões são importantes se desejamos a integração da tecnologia à prática dos professores (ou futuros professores) e, por esse motivo, foram amplamente discutidas nos planejamentos elaborados pelas participantes do projeto.

Ao final do terceiro encontro propusemos que cada dupla elaborasse um planejamento a ser apresentado e discutido no grupo. O processo de elaboração do planejamento foi um meio que escolhemos para que as discussões sobre o *software Superlogo* fossem mais focadas no ensino. Para tanto, acreditávamos que as acadêmicas teriam que intensificar o processo de *gênese instrumental* do *Superlogo*, uma vez que elas teriam que mobilizar esquemas de utilização desse *software* na atividade. Desse modo, as acadêmicas deveriam considerar questões ligadas ao conteúdo, à pedagogia e à tecnologia. Essa articulação, exigida no momento do planejamento, não é simples, devido a falta de experiência de ensino dessas acadêmicas e o fato de termos começado recentemente o projeto, mas é por meio dessa articulação que podemos pensar no uso de uma determinada tecnologia para o ensino.

Cabe ressaltar que essa primeira discussão da elaboração do planejamento foi um tanto precoce, pois acreditamos que se as acadêmicas tivessem vivenciado mais discussões sobre o uso da tecnologia, isso ajudaria na elaboração do planejamento. Nossa escolha se deu pela limitação de doze encontros, o que não contraria os nossos pressupostos de aprendizagem, pois acreditamos que a integração da tecnologia é um processo. Além disso, a nossa intenção não incluía olhar no planejamento o “acerto” ou “erro” metodológico; buscamos propor

momentos que permitissem debates acerca de questões ligadas aos componentes: conteúdo, pedagogia e tecnologia, por acreditarmos que tais discussões contribuem para a construção do *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo*.

Fornecemos às acadêmicas um livro didático para ajudar na escolha do conteúdo para a elaboração do planejamento. Apontamos como *objeto da ação* das acadêmicas: ensinar a identificar e representar as frações no quinto ano. Esse objeto foi identificado a partir do objetivo de aula exposto pela dupla no planejamento: “conhecer elementos da fração, representar frações e identificar os valores que serão representados pelas frações”. Para elaborar um planejamento com esse conteúdo as acadêmicas teriam que mobilizar conhecimentos do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia relacionados a esse tema.

A dupla achou que seria interessante que os alunos pintassem o interior das figuras com o *software*. Como a justificativa para a escolha das acadêmicas estava ligada ao fato de ser possível pintar o interior das figuras, classificamos esse como um *conhecimento pedagógico tecnológico*. Acreditamos que a escolha de discutir esse conteúdo com o *software* não contribuiu com a construção do conhecimento relativo à identificação e representação das frações pelos alunos. Além disso, se o aluno tiver dificuldade nas construções das figuras geométricas planas não conseguirá representar a fração solicitada.

Na proposta de planejamento a dupla apresentou algumas ressalvas sobre o papel do professor no decorrer da realização da atividade. Isis e Isabela propuseram que: “O professor deve estar sempre observando os alunos e auxiliando na construção das frações que devem ser representadas em forma de círculo (formado com triângulos)”. Podemos observar que a postura do professor, na opinião da dupla, vai ao encontro do papel do professor como mediador. Essa nossa inferência se reforça quando notamos o recorte, que sucede o anterior, no qual as acadêmicas apresentaram as questões que deveriam ser levantadas pelo professor:

Perguntas que devem ser feitas aos alunos: “Quantos triângulos serão necessários para representar essa fração?”; “Quantos triângulos devem ser pintados para representar essa fração?”; “Para que direção a tartaruga deve andar para formar o triângulo?”.

As questões apresentadas não são diretivas e não induzem o aluno à resposta, assim, a abordagem proposta se aproxima de uma abordagem construcionista. Acreditamos que processo de instrumentação do *Superlogo* vivenciado pelas acadêmicas para o ensino, assim como de qualquer outro artefato, deve ser pautado em um paradigma de ensino e de aprendizagem, pois as escolhas de cada professor serão oriundas de sua perspectiva. Como a nossa visão sobre o processo de ensino e de aprendizagem é fundamentada no

Construcionismo (PAPERT, 1999), orientamos as discussões e as propostas das acadêmicas pautadas nessa visão. Retomaremos mais a frente algumas falas das acadêmicas que apresentam mais características dessa abordagem. Notemos, por enquanto, que alguns *conhecimentos pedagógicos tecnológicos* a respeito do papel do professor usando a tecnologia são evidenciados no planejamento das acadêmicas.

Na reformulação do planejamento que foi apresentado no quinto encontro solicitava-se que os alunos representassem as frações $2/5$ e $3/6$. Para representar essas frações e pintar a parte correspondente ao numerador a dupla deu um comando para pintar (encontrado na Internet), sendo esse um *conhecimento tecnológico* mobilizado pelas acadêmicas para trabalhar o conteúdo (TPC). Além disso, apresentamos durante o encontro o comando *use nada (un)* para que as acadêmicas pudessem colocar a tartaruga dentro da figura, para pintar seu interior, e o trajeto da tartaruga não ficasse riscado.

No quarto encontro Isis e Isabela pretendiam representar as frações usando o modelo da *pizza*, ou seja, a circunferência dividida em setores circulares de mesma área. Entretanto, elas não testaram essa atividade no *software* no momento de elaborar o planejamento e não conseguiram fazer essa representação durante a aula. Assim, no quinto encontro a dupla escolheu representar a fração $2/5$ com quadrados e $3/6$ com triângulos equiláteros. A construção do triângulo equilátero e do quadrado já havia sido realizada, e dessa forma, as acadêmicas não fizeram outras figuras geométricas no *Superlogo* para representar a fração. Restringir as possibilidades de representar as figuras geométricas é, portanto, uma estratégia didática para trabalhar o conteúdo usando o *Superlogo* (TPK). A dupla não descartou a possibilidade de usar outras figuras, mas argumentou que tiveram dificuldades com determinadas figuras como, por exemplo, na construção do triângulo isósceles retângulo para obter um tangram no *Superlogo*. Uma vez mais concluímos que a dificuldade em relação ao trabalho com os conceitos geométricos influencia no processo de elaboração do instrumento pelas futuras professoras.

Ainda com relação ao conteúdo, Isabela disse que “a gente tem a ideia do formato da figura, mas a gente não tem as propriedades dela”. Isso reforça a nossa hipótese de que as acadêmicas limitaram as figuras para representar as frações pela dificuldade que tinham em desenhar outras figuras. Isis ressalta a dificuldade que tiveram em desenhar o triângulo e o quadrado e, devido a essa dificuldade crê que para as crianças será ainda mais difícil. Nesse sentido, nessa limitação podem ter levado em conta a dificuldade que o aluno poderia ter. Todavia, vemos que o que conduziu as escolhas das duas figuras, triângulo equilátero e

quadrado, foram as dificuldades, das acadêmicas, com as demais. No discurso a seguir destacamos duas falas que colaboram para reflexão sobre dificuldades conceituais e sua influência nas escolhas pedagógicas:

Ana: [...] eu falei, meninas a gente tá com muita dificuldade nas disciplinas específicas de pedagogia, a gente não tem prática, a gente fica muito na teoria muito na teoria, aí o prático mesmo...; igual ela falou lá *a gente explicar pra criança o porque que vai um lá em cima*³². Porque que vai, nossa, passou batido. A gente não teve como.

Isis: Matemática é assim, quando a gente não sabe a gente pula, né, o professor pode fazer isso.

Isis disse que os alunos com os quais ela trabalhou no estágio, tiveram dificuldades em usar a régua e, nesse sentido, o trabalho com o *Superlogo* favoreceria esse trabalho. A comparação entre os instrumentos para o ensino de um determinado conceito, evidencia que a acadêmica está em processo de mobilização e construção de conhecimentos. Por meio de suas experiências, Isis começou a perceber como determinada tecnologia pode favorecer o modo de explorar o conteúdo o que nos leva a caracterizar essa fala como a mobilização de *conhecimento pedagógico tecnológico*.

Nessa discussão sobre o planejamento, Ana questionou se: “para trabalhar com o *software* a gente tem que ter o *software* como objeto específico assim não pode usar ele como uma ferramenta assim?[...] Então ele tem que ser um objeto indispensável na atividade?” Ao observarmos a dúvida da acadêmica em identificar o papel da tecnologia na atividade, retomamos a ideia de que o *software* tem que favorecer o trabalho com o objeto em estudo. Como as acadêmicas apenas começaram a vivenciar o *processo de gênese instrumental* do *Superlogo* ainda não era fácil, para elas, usar o *software* como algo essencial na atividade.

Analisando a dificuldade que as acadêmicas tiveram em elaborar o primeiro planejamento usando o *Superlogo*, propusemos que, ao observarem o conteúdo de Geometria em livros didáticos (7º encontro), pensassem em como algumas atividades poderiam ser exploradas no *software*. Isis começou a apresentação enfatizando a dificuldade que tiveram em pensar no diferencial do *software* na atividade, “eu não sei você [Isabela], mas eu fiquei com um pouco de dúvida. Eu lembro dela [formadora A], vai dar para usar com o LOGO e se tirar o LOGO vai dar. A gente tentou!”. Em seguida elas apresentaram, em um slide, algumas ideias de atividades que poderiam ser realizadas no *Superlogo*. A primeira delas foi “Construir figuras planas: construir um quadrado e dentro dele 2 retângulos, 4 quadrados, 2

³² A acadêmica se refere a uma discussão que tivemos sobre a disciplina prática de ensino que é ofertada no curso de licenciatura em Matemática na UFMS e que aborda questões sobre o ensino nos anos iniciais.

triângulos e 4 triângulos [iguais]”(planejamento). Elas disseram que essa atividade seria desafiadora para os alunos e que eles poderiam aprender a decompor as figuras geométricas planas. Buscamos questionar sobre essa primeira atividade, como podemos ver no excerto a seguir:

Formadora C: Porque que nem ali para desenhar essa diagonal que tá ali [no livro as acadêmicas apontavam um quadrado que tinha a diagonal destacada], né, o que ele tem que fazer, né? Estando ali na beiradinha o que teria que fazer para desenhar essa diagonal?

Isis: O ângulo, né!

Isabela: *Talvez o quadrado e os retângulos eles até conseguiriam, né? Mas os triângulos seriam mais difíceis.*

Formadora B: O quê *que a gente precisa de conhecimento matemático para desenhar o quadrado e o retângulo?*

Isis: O ângulo, né! Verdade!

Formadora B: *Então, essa noção de ângulo de 90° eles ainda não construíram, você pode fazer uma atividade para construir essa ideia do ângulo de 90°. Isso é uma atividade bem legal! Mas trabalhar algumas coisas que exijam propriedades como o ângulo de giro correto para desenhar figura. É mais difícil para eles que eles não trabalharam esse conceito ainda. Por exemplo, para a gente traçar aquela, aquele quadradinho, aquela diagonal lá, já vai dar muito trabalho.* Por exemplo, eles não têm esse conhecimento.

Nessa discussão abordamos o conhecimento que deveria ser mobilizado pelo aluno para resolver essa atividade. Ressaltamos que no terceiro ano eles ainda não estudaram algumas propriedades que seriam requeridas no momento de construir as figuras geométricas planas. Diante disso, começamos a discutir outras possibilidades de atividade viável para o terceiro ano:

Formadora C: E comentando, do 90° dá a sensação de que ele é mais palpável o 90, né? Do jeito que é o retângulo daria para fazer. *Eu tava pensando nesses dias em uma atividade e nem comentei. Talvez poderia pensar, dizer para o aluno assim, que no primeiro momento, né, e que o LOGO entende...talvez...direita como pd 90 [como] um código.* Não que esse 90 seja o ângulo, seja um código aí em cima desse trabalhasse com a localização, não sei, entendeu?

A ideia era que fosse criado no *software* um *aprenda* que fornecesse o ângulo reto quando necessário, desse modo, conforme a atividade o professor poderia explorar outras propriedades. Além disso, discutimos que poderiam ser propostas atividades em que o aluno construísse a noção de ângulo reto. Desse modo, buscamos contribuir para a construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo* expondo alterações na atividade que poderiam contribuir para a abordagem dos conteúdos matemáticos. No excerto a seguir, podemos observar uma intervenção da formadora nesse sentido.

Formadora B: A ideia da apresentação de hoje é isso mesmo, vocês pensarem em uma coisa e a gente discutir [quando fazemos] essa atividade, né,[o que é mobilizado] no *software*. O que a gente vai trabalhar quando vai fazer uma atividade? O que? É bem aquela ideia da fração, lembra? Que a gente ia trabalhar a ideia da fração, que aí o aluno ia ficar preso na ideia das propriedades e não conseguir chegar no conceito que vocês queriam trabalhar. Então, a ideia é um pouco parecida aí, *de pensar que [propriedades vão dificultar na realização da atividade e não o foco da atividade]*, então *teria que dar um jeito de fugir das propriedades* com algumas estratégias como a Formadora C deu a ideia de inventar comandos como se fosse do próprio [do] LOGO, né? Você só pode fazer isso e isso, entendeu? Aí a primeira atividade...então vamos ver a segunda, né!

Outra atividade proposta no slide para o uso do *Superlogo* era “Apresentar no logo as figuras geométricas e pedir para que os alunos identifiquem os nomes e algumas propriedades das figuras.” Essa atividade de identificação é bastante explorada nos livros que as acadêmicas observaram e talvez por esse motivo tenham tentado trabalhar com essa proposta.

Isis: Colocar o quadrado, pode ser vários tamanhos, né, um pouco maior e menor. Pode até usar o tangram também, o triângulo, pedir para eles identificarem. Igual essa ideia que você colocou aí também, pensar agrupar, sei lá, coloque ... pinte de uma cor só os triângulos, de vários tamanhos pode ser invertido também. A gente não trabalhou muito também.

A proposta da atividade era apresentar algumas figuras geométricas e que os alunos traçassem o percurso agrupando as figuras com as mesmas características. Por um lado, a retroação do *software* não favorecia a validação das respostas dos alunos em relação a identificação das figuras geométricas planas. Por outro lado, a atividade contribuía para o trabalho com o conceito de lateralidade e o ganho era maior do que se a mesma fosse realizada no ambiente papel e lápis. No excerto a seguir podemos observar discussões que tiveram o intuito de promover esse tipo de reflexão.

Formadora A: *E se eu tirar o LOGO dessa atividade? O que acontece?*

Isis: Esse é o problema.

Isabela: Não tire o LOGO dela. (Risos)

Isis: Essa ia ser legal se já fizesse com o material.

Isabela: É.

Formadora C: *Porque que com o material concreto era melhor? Só pra ver o quanto que um material é melhor que o outro.*

Isis: Não, né, que nem nesse caso *se a gente tirar o LOGO não tem diferença a gente dá a figura lá, por exemplo, e a criança só vai pintar. Não sei se a gente dá o comando ela pinta. Mas com o material, assim, distribui um monte, igual vocês falaram agorinha*³³, coloca pra eles identificarem,

³³ Estávamos conversando sobre o agrupamento de figura em outro contexto, quando discutíamos a questão de que nesse nível de escolaridade não há um enfoque na questão das propriedades das figuras geométricas planas.

separarem, dividir em grupo. E fica mais legal mais divertido do que fica no computador fazendo isso.

Alice: *Eu acho que no LOGO o aluno trabalha com outros recursos. Não, só se fosse no papel ele trabalharia com menos atividade...[...] mental. Mas no LOGO ele trabalha com outras formas, ele teria que pensar mais, pra pensar como que ele vai pintar, como ele vai andar com a tartaruga. Eu acho que exige mais do aluno.*

Isabela: *Acho que sempre vai exigir mais! Mas tem materiais que dariam para trabalhar melhor, né.*

Isis: *Esse aí vai exigir dele o comando, só! Ou talvez a posição da figura tipo triângulo assim, aí vira ele. Faz ele pensar um pouquinho mais, mas com o material.*

Nessa discussão vemos vários aspectos acerca das razões para usar a tecnologia sendo elencados pelas acadêmicas e esses são baseados nas comparações realizadas entre os diferentes materiais. Essas reflexões são constituintes do *conhecimento pedagógico tecnológico*, pois relacionam modos de trabalhar o conteúdo com o uso do *software*. Notamos que apesar de as acadêmicas Alice e Isabela apresentarem opiniões contrárias elas evidenciam potencialidades de cada instrumento. Vemos que conseguimos oportunizar reflexões sobre as potencialidades dos diferentes instrumentos e diante da divergência de opiniões, argumentamos:

Formadora A: *Talvez a diferença seria ao colocar o material concreto, você vai trabalhar exclusivamente isso! Dele separar agrupar essas figuras [...]. Enquanto que no LOGO, você pode tá trabalhando isso mais a parte da localização, porque para ele se deslocar de uma figura para outra ele vai tá usando essa parte do deslocamento, né, direita e esquerda, a inclinação mais ou menos. [...]*

Formadora B: *Formadora C falou assim que desse jeito [no Superlogo] ele não explora as semelhanças, por exemplo, ele pode pegar....como ele tá com uma na mão ele pode pegar por em cima, alguma coisa do tipo, né! A movimentação é maior! Então você ganha por um lado, outras coisas, e perdi em algumas coisas. Você tem sempre que pensar no que você quer para aquela atividade.*

Diante da divergência de opiniões argumentamos que ambas estavam coerentes, pois cada instrumento tem um potencial que pode contribuir mais para um ponto e menos para outro. Salientamos nessa discussão que a escolha de um ou outro material depende do objetivo do professor. Para nós esse momento de discussão foi bem proveitoso, pois nessa discussão foram levantadas questões que permeiam o processo de integração da tecnologia no ensino como a visão de que agora que usamos a tecnologia não há a necessidade de utilização

de materiais manipuláveis, buscamos discutir que, ao contrário dessa visão, todo material tem sua importância no ensino a depender do objetivo a ser atingido.

Ainda na apresentação surgiram três outras propostas de trabalho com o *Superlogo*; a primeira propunha “exercícios de localização: mover a tartaruga numa malha até encontrar alguma coisa, e conceitos de direita e esquerda.” (planejamento). Elas discutiram que essa proposta era semelhante à que realizamos no primeiro encontro. A segunda proposta era “desenvolver um desenho do cotidiano no Logo e pedir para que eles encontrem nesse desenho as figuras geométricas.” (planejamento). Nessa atividade as acadêmicas elaborariam uma imagem no *software* e os alunos teriam que identificar as figuras caminhando sobre as que tivessem a mesma característica, por exemplo, somente pelos quadrados. Essa atividade de identificar em imagens do cotidiano as figuras geométricas planas é bastante presente na coleção analisada pelas acadêmicas. Acreditamos que além de trabalhar a identificação de figuras essa atividade promove a mobilização do conceito de lateralidade, sendo esse um ganho ao realizar a atividade no *Superlogo*. Sugerimos que essa atividade poderia ser adaptada, sendo proposto que o aluno desenhasse uma figura do cotidiano no *Superlogo*, pois, desse modo, pode ser realizado um trabalho interdisciplinar com a disciplina de artes. Diante dessa proposta, elas questionaram:

Isis: Livre ou a gente daria um tema?

Formadora B: Pode ser, sei lá, casa.

Isabela: Eles iam pensar nas formas.

Isis: A árvore, talvez, que é um retângulo e um triângulo.

Formadora B: Porque desenhar no papel, eles desenharam né, isso a gente fala bastante né, agora ele fazer lá no LOGO [é diferente].

Isabela: Eu acho que sem ter esse *conhecimento do ângulo ele consegue. Eles conseguiriam mais por impulso assim.*

Isis: Agora, *a casa é mais difícil.* Aquela clássica do quadrado, porque aí você tem que [que usar o comando] *use nada*, aí volta use lápis é muito comando. Para entrar com a tartaruga aí faz aqui, aí pinta, sai, *eu acho que ia ser muito difícil.*

Notamos que as acadêmicas discutem sobre como o *Superlogo* age sobre essa atividade exigindo alguns conhecimentos do conteúdo, *conhecimento pedagógico tecnológico*. Ressaltamos que quando as acadêmicas fizeram o planejamento no quinto encontro elas não levaram em consideração o papel do *software* na atividade, mas notamos no sétimo encontro que sempre que elas pensam em uma atividade levam em consideração a retroação do *Superlogo*. Podemos observar, então, que essa reflexão que estimulamos durante todo o projeto começou a fazer parte das discussões promovidas pelas acadêmicas.

A terceira e última proposta de atividade das acadêmicas era “pedir para que os alunos desenhem no LOGO figuras que sejam simétricas; e/ou completar a parte simétrica de figuras” (planejamento). Essa atividade é bem diferente das demais que abordavam o conceito de lateralidade e identificação de figuras e, a depender do modo que é trabalhada, exige muitos conhecimentos dos alunos que ainda não foram estudados no terceiro ano do ensino fundamental. Assim, pedimos que elas explicassem a proposta com mais detalhes.

Isabela: *A gente vai colocar lá a metade de um quadrado, aí eles têm que colocar a outra metade.*

Formadora B: *E o que vocês iam dar para eles? Nessa atividade, quais são as informações?*

Isabela: *Ah fala das propriedades.*

Isis: *Tem bastante no livro deles, né? Só que eu achei meio, sei lá, estranho, às vezes eles deixaram umas borboletas para achar a outra parte. Achei mais legal um que tá, no caso, do quadrado mesmo! Ele coloca tem um que tem o espelho ou tem uma borboleta no espelho, daí já fica a outra metade dela, tem bastante no livro deles também, né. Você na frente como fica a sua imagem, no caso da figura eu acho interessante. Não sei se eles vão também, mas dá por tentativa também. No livro tá assim deixou uma linha assim, uma linha colorida, ele vai completar. Esse aqui eu achei mais difícil. Ou tem retângulo também, e daí é só ele completar aqui do outro lado. São partes iguais, né? Simetria?*

Notamos que as acadêmicas propuseram trabalhar com o eixo de simetria do quadrado (o eixo paralelo a um dos lados), conteúdo que não havia sido proposto por nós no projeto, de modo que o aluno deveria completar a figura respeitando as propriedades de simetria. A cada comando que o aluno fornece ao *software* ele pode verificar se a imagem obtida é a esperada. Entretanto, alguns cuidados deveriam ser tomados: um deles é relativo à unidade de medida pixel, pois essa unidade é muito pequena e o aluno pode usar uma medida diferente da outra metade do quadrado e parecer simétrico. Diante disso, questionamos as acadêmicas sobre que informações seriam fornecidas aos alunos:

Formadora B: *O que a gente precisa saber para fazer essa atividade? O que o aluno tem que saber para fazer a atividade? E que informações vocês vão dar para ele realizar essa atividade?*

Isis: *Parte simétrica é a mesma coisa, igual a essa! Como se ela mudasse pra cá. Não vou falar dobrar, né. Mas é, não é espelhado, é a mesma continuação das propriedades daqui é igual divide ao meio e é igual metade. As metades são iguais!*

Formadora B: *Aí você daria só uma parte do quadrado, mais nenhuma informação? E o eixo?*

Isis: *Não, mas aí teria que discutir com ele antes da simetria da gente ter trabalhado isso também no livro com atividade, depois só para complementar no LOGO.*

Destacamos que a atividade seria para complementar um trabalho que já teria sido abordado na sala de aula. Notamos, também, que as acadêmicas não se remetem às variáveis da atividade; elas discutem questões do conteúdo que abordariam com os alunos. Nesse sentido, buscamos realizar uma reflexão com elas:

Formadora B: Eu acho interessante essa atividade, bem legal, só que *eu acho que o tamanho seria importante deles saberem aquele tamanho ali*. Que tamanho que é aquele lado ali. Porque, como que, sei lá, porque a diferença do pixel é muito pequena, né? Se for 20 eles vão lá e tentam 50, não deu! Para construir do outro lado a peça, né, 30 não deu! Então acho que dar o tamanho seria legal tipo.

Buscamos discutir variáveis nessa atividade como a presença de malha quadriculada, a não necessidade de ser figuras geométricas, o fornecimento das medidas dos lados e o cuidado com a posição da tartaruga no início da atividade. Nosso intuito era que as acadêmicas percebessem que cada aspecto modificado na atividade poderia trazer dificuldades e a depender do nível de escolaridade não seriam bem-vindas. No excerto a seguir mostramos o fechamento dessa apresentação:

Formadora B: Então, *sempre que você mudar de cenário, vamos dizer assim né, você tem que pensar o que você quer e quais são as influências desse novo cenário nas coisas que você tá fazendo*. E sempre ter como foco o objetivo matemático, que nem a Isis falou vai só pintar, né. Pintar não é só o que a gente quer. A gente quer que ele vá construindo alguma coisa que lá na frente vai ajudar ele em outras partes da matemática. [...]. Meninas ficaram com alguma dúvida no livro, de alguma coisa?

Isis: *Não, o problema é igual a gente colocou de pensar na atividade no LOGO*.

Formadora B: Mas é um exercício mesmo, a gente vai sempre discutir isso aí um hora vai ficar assim, não espera aí essa atividade e o LOGO. *Mas não é o LOGO, não, se fosse outro software que a gente tivesse discutindo e esse software, né*. É que no caso aqui, como nosso tempo é curto não dá pra tá trazendo tantas possibilidades né, mas a gente vai estudar só o LOGO, *mas sempre tem que pensar o que essa tecnologia tá influenciando*.

Como buscamos discutir o processo de integração da tecnologia na prática dessas futuras professoras sempre procurávamos estender essas discussões para o uso de tecnologia no ensino. Evidenciávamos que as discussões propostas poderiam ser aplicadas para outros softwares além do *Superlogo* e que sempre temos que ter como foco o uso da tecnologia de modo a contribuir para a aprendizagem matemática. Notamos no excerto anterior que novamente Isis evidencia a dificuldade em usar o *software* para o ensino de Matemática. Essa dificuldade apresentada é natural do processo de integração da tecnologia na prática do professor, e isso se dá devido ao fato desse processo ter início e não ter fim, ou tempo

determinado, e que a cada nova tecnologia e/ou atividade o professor deve construir seus esquemas de utilização, ou seja, vivenciar processo de gênese instrumental.

No segundo planejamento retomamos a discussão sobre a contribuição da retroação do *Superlogo* para o trabalho com o conceito matemático. Acreditamos que a retroação escolhida pela dupla não favoreceu o trabalho com o objeto Operações Aritméticas, visto que quem validaria a resposta do aluno, não era o *software*, e sim, o professor. Uma retroação que evidenciasse o erro do aluno tornaria a atividade mais interessante, pois o aluno poderia perceber o erro e buscar superá-lo. Além disso, a retroação no trabalho com a lateralidade poderia ser mais efetiva caso optassem por deixar o trajeto da tartaruga na tela, pois essa informação permitiria a observação de dificuldades relativas a esse conceito e a elaboração de estratégias que permitissem, aos alunos, superar essas dificuldades. Durante a atividade elas discutiram a presença ou não do trajeto da tartaruga:

Isis: Pessoal a gente esqueceu de falar que ali, quando a gente tava fazendo a gente tinha tirado, depois de colocar... a gente tinha deixado o *use nada*. Pode deixar o *use nada* para ficar sem o risquinho. Que ali na hora da malha foi.

Formadora A: Mas tá errado, [...]?

Isis: Acho melhor sem o risquinho né? Ou não? Não, não! Melhor deixar com para ver o deslocamento dentro ou não!

Formadora A: A senhora tá me confundindo [formadora imitando o aluno].
Hahahha

Formadora A: Pode deixar ou pode tirar?

Isabela: É que na verdade a gente não tinha pensado que o tracinho ia mostrar o deslocamento que o aluno fez!

Isis: É porque a gente tinha colocado *use nada*!

Isabela: Porque, quando a gente montou a gente tinha colocado *use nada*, mas aí eu acho que pra mandar pra cá a gente esqueceu...

Isis: Esqueceu de tirar que a gente colocou *use lápis* na malha.

Formadora B: Então é para colocar *use nada*?

Isis: É melhor sem! A gente tinha falado só para elas ali [referindo-se a dupla Ana e Alice].

As acadêmicas parecem não ter refletido sobre a contribuição da visualização do trajeto quando elaboraram o planejamento. Vemos também que a dupla discute que se deixassem o trajeto isso poderia ajudar a identificar o deslocamento realizado pela tartaruga, entretanto, optam por não deixar o trajeto. Para discutir essa questão durante a realização da atividade a formadora B acertou as contas, mas teve problemas no trabalho com a lateralidade buscando, assim, mostrar a necessidade de deixar o trajeto da tartaruga na tela; a formadora A errou as contas para evidenciar que nesse caso elas não teriam acesso ao processo do aluno e que o erro só seria identificado no final da atividade. A opção por essa dinâmica objetivava

levar as acadêmicas a refletirem sobre como o *software* estava agindo sobre o conteúdo abordado (TPK). O excerto a seguir apresenta um diálogo que ocorreu no final da atividade:

Formadora A: Poxa então quer dizer que eu ter caminhado, andado bonitinho, ter conseguido pintar, caminhar não valeu nada?

Isabela: Não...

Formadora B: Eu caminhei errado [tive problemas com o deslocamento] e vou ganhar dez.

Isabela: Porque o objetivo era você ter feito a continha certa!

Formadora A: Mas eu sei me localizar no espaço e sei me deslocar com a tartaruga.

Isis: Mas não resolveu a conta; você resolveu, mas resolveu errado.

Isabela: Não fica chateada, não!

Formadora A: Mas também esse programa nem me ajudou a resolver as contas!

Observamos que as formadoras evidenciaram os problemas em relação a retroação do *software*, buscando que a dupla refletisse a respeito da mesma. Em relação ao trajeto da tartaruga na tela, a dupla concordou que ajudaria na percepção de possíveis dificuldades relativas ao conceito lateralidade. Na sequência desse diálogo, uma formadora propõe um tópico para a discussão: “A gente queria que vocês falassem um pouco porque vocês escolheram esse conteúdo de vocês”.

Isabela: Então, a gente mudou várias vezes o conteúdo, só que agora a gente percebeu que o conteúdo que a gente escolheu pro LOGO, o conteúdo que a gente escolheu, *não ajuda com as contas e nem mostra se tá certo ou tá errado. A gente não sabe se tem um comando que dá pra fazer tipo se ela erra a conta não pinta.*

Observamos que após a intervenção das formadoras, Isabela aborda a questão da retroação e começa a pensar em como ela poderia favorecer o trabalho com o conceito. Buscamos então saber qual o conhecimento novo que elas esperavam explorar.

Isabela: Eu acho que não seria para um conhecimento novo, né, mas para trabalhar uma aula mais para trabalhar as contas.

[...]

Isis: Talvez no começo do ano uma revisão uma coisa assim.

Formadora B: Qual é o conhecimento prévio deles?

Isis: Eu acho que é esse aí, né?

Formadora B: Qual é o conhecimento que ele tem que saber para fazer essa atividade?

Isis: Das operações! Acho que a divisão eu não sei seria, mas assim aí teria que trabalhar a tabuada.

[...]

Formadora B: E o LOGO seria o que?

Isis: Mais divertido! Para ele resolver a conta e pintar.

Formadora A: Eu fiquei super frustrada, não foi nada divertido!haha

Percebemos que a atividade tinha como objetivo diagnosticar dificuldades em relação às operações aritméticas e o papel do *software* na atividade era torna-la mais atrativa. Buscamos, então, retomar a discussão sobre a contribuição do *software* para a aprendizagem do conteúdo abordado.

Formadora A: [...] *Fazer essa atividade aqui e você me entregar no papel, nos dois casos se eu não sei fazer conta eu vou fazer do meu jeito e vou resolver a atividade. Resolver aqui do meu jeito to resolvendo, para mim eu resolvi. Só que eu pinte das cores que a minha conta chegou, né? Então assim se for para trabalhar as operações, qual que foi o ganho, né? Será que serviu para me alertar, falar - oh não sei! Por que será que deu errado? Não, eu não consigo ter essa retroação do software, dele me dar algum indicativo de que a solução não tá...*

Isabela: De repente a gente colocaria, assim, o nome da cor que ficaria pintado, sei lá. Tipo vermelho.

Observamos que a formadora argumenta sobre o diferencial do *software* na atividade. Na sequência, Isabela explicita um modo de a retroação dar um indício de quando o aluno erra. A ideia é que junto com a conta a ser feita tivesse escrito o nome da cor que seria obtida pelo resultado da operação. Apesar de essa retroação não contribuir para que o aluno veja onde errou, permite que ele saiba se acertou ou não e, nesse caso, busque corrigir o erro. Essa ideia foi discutida durante o encontro e as acadêmicas, junto com as formadoras, decidiram que haveria ganho se projetassem o gabarito com as cores. Desse modo, a cada erro o aluno teria um *feedback* imediato, podendo assim, em caso de dúvida, chamar o professor para auxiliá-lo na resolução da atividade. O excerto a seguir mostra os argumentos de uma acadêmica em favor dessa escolha:

Isis: Eu pelo menos, eu penso, assim, que a criança gosta de fazer essa atividade também. Para ela é mais divertido, né. Do que ficar com o papel na sala lá. Tem que pensar acho que no aluno também; pra mim ele reflete aqui quando faz a conta e erra, não, mas porque que não deu rosa? Daí - ohh professora não to entendendo! - aí o professor volta e faz a interferência com ele.

O debate sobre o papel do *software* na atividade, tendo como ponto de partida o planejamento elaborado pela dupla, propiciou a construção de *conhecimento pedagógico tecnológico*, uma vez que as acadêmicas discutem possibilidades de adaptação da atividade que permitem que os alunos tenham um papel mais ativo na atividade. Do modo que a atividade estava no planejamento o aluno que errasse não poderia agir sobre o erro, após a mudança esse teria um papel mais ativo podendo rever seu erro e tentar novamente. Acreditamos que as discussões propostas pelas formadoras contribuíram para que as acadêmicas refletissem sobre esse aspecto.

Para fecharmos a discussão sobre o uso do *Superlogo* para o ensino, elaboramos a atividade do jogo do tiro ao alvo. Essa atividade propiciou mais um momento de reflexão sobre a retroação do *software* na atividade. Primeiro as acadêmicas resolveram a atividade como seria realizada na sala de aula, depois discutimos as escolhas que fizemos ao elaborar a atividade. Lembramos que a atividade era para ser jogada em dupla, cada jogador tinha que acertar os alvos (figura 30) e depois retornar a tartaruga no ponto inicial para que o segundo jogador efetuasse a jogada. O alvo deveria ser atingido com apenas dois comandos, mas para retornar a tartaruga ao ponto inicial não haveria limite de comandos. Ganhava o jogo quem fizesse a maior soma de pontos de deslocamento, mas só poderiam ser somados aqueles que foram usados para atingir o alvo.

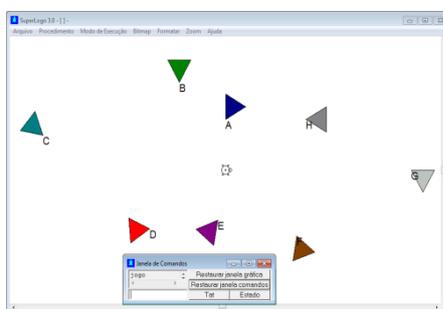


Figura 30 – O jogo do tiro ao alvo

Uma dificuldade abordada pelas acadêmicas foi o retorno da tartaruga para a posição inicial. Isabela achava que não precisava voltar ao ponto inicial. Diante disso, questionamos se a atividade trabalharia o mesmo conceito e ela disse que não. Ana complementou a discussão dizendo que se ela não voltasse ao ponto inicial iria ser trabalhada a noção de lateralidade. Perguntamos, então, qual era o conhecimento exigido por termos feito essa mudança e Ana disse:

Pensar o contrário que é difícil! Assim, pensar como a gente voltou. Pra voltar, eu só tinha que ficar olhando lá, porque eu não lembrava o que eu mandei a tartaruga fazer, eu olhava os comandos. *Muda também o raciocínio né, porque se a minha parceira jogou um ângulo e não deu certo eu tenho que pensar o ângulo que ela jogou e qual ângulo eu acho que vai dar certo.* A gente vai raciocinando né, ela vai fazendo conta de menos ou vai indo por erro, até conseguir, envolve mais coisa que o traçado.

Notamos que ela percebe que há uma mudança de estratégia na atividade quando a tartaruga retorna à posição inicial, mas não relaciona com o conteúdo em jogo, enquanto Isis afirma que se o aluno caminhasse com a tartaruga de um alvo para outro, o ângulo não iria

atrapalhar na resolução da atividade e, desse modo, o aluno também poderia basear-se na estratégia do colega. Diante dessa argumentação iniciamos uma reflexão:

Formadora B: Então, essa questão é bem legal mesmo que vocês estão pensando e *a gente pensou na hora de fazer a atividade também, qual é a diferença de voltar e de partir de um novo início?* Então, a gente pensou assim, o que nós queremos trabalhar na atividade? [...] porque se você faz esse tipo de coisa *outros conceitos são mobilizados, e a atividade é eficaz também.* [...] nós queríamos trabalhar e aí vai da atividade, é essa ideia da abertura do ângulo. Então, por exemplo, quando o aluno joga 30 [...] Eu sei que 30 não é uma abertura boa, [...] o 30 não é uma abertura boa pra acertar aquele alvo que eu quero. Então, 30 é uma abertura pequena é ter essa noção de 30 é isso [demonstrou no quadro a abertura], não que eu tenha que saber quanto que vale o 30 exatamente. Mas 30, não é isso [desenhou no quadro uma abertura de um ângulo obtuso]. *Então, por isso o traço. Foi bem isso que a gente pensou, por isso traço.* Agora, porque não começa num novo início? No ponto que parou. *Porque sempre teria um novo início, e aí ele não consegue fazer a estimativa do quanto o 30 é em relação ao que ele virou aqui,* porque já é outro ponto de referência.

Notamos o papel da formadora em discutir a escolha de voltar ao ponto inicial relacionado com o conceito em estudo. Além disso, refletimos sobre o fato de que quando o aluno desfaz o seu percurso melhora sua percepção sobre localização espacial. No decorrer da discussão enfatizamos que esse tipo de reflexão estava ligada a discutir o papel do *software* na atividade e que essa retroação que estávamos tendo não poderia ser obtida, por exemplo, no ambiente papel e lápis.

Ainda no excerto anterior notamos que a formadora destaca a importância de deixar o trajeto (traços) da tartaruga na atividade. Isso se deu porque durante a discussão relativa a posição da tartaruga aconteceu um diálogo envolvendo essa questão:

Formadora A: O traçado o risco que a tartaruga manteve, vocês acham que faz diferença? [...]

Isabela: Eu acho que os traços atrapalham porque chega uma hora que fica um monte e você não consegue mais ver direito onde a tartaruga tá assim. Aí eu acho que me atrapalhou.

Alice: Eu acho que facilita já, na minha opinião porque se o traço ele errado tá ali eu sei que não é aquele traço é outro, vai ser outro número. Eu acho que facilita não sei.

Ana: A gente vai lembrando, no caso, se o traço do meio vai ser 180 e o que tá cortando é 90, bom aqui deu tanto e aqui deu tanto a gente vai vendo que a gente não pode passar a gente vai jogando no meio. A gente vai fazendo várias tentativas dentro daquele limite, acho que fica mais fácil mexendo no traçado.

As acadêmicas expõem sua opinião sobre a presença do trajeto da tartaruga. Ana e Alice percebem que o traço ajuda na elaboração de estratégia. Além disso, refletimos sobre o fato de que esse auxilia na construção da noção de abertura.

Procuramos evidenciar que algumas mudanças poderiam ser feitas na atividade de acordo com o ano que fosse aplicar: a quantidade de alvos, o tamanho dos triângulos poderiam ser aumentados para que os alunos fizessem menos tentativas para acertar o alvo; a quantidade de comandos para tentar acertar o alvo. Nesse momento Alice questionou:

Uma questão assim é porque eu fiquei...como a gente pegou o plano de aula do segundo ano eu fiquei pensando porque a gente nunca foi também no segundo ano. *Aí eu fiquei querendo saber como que era o segundo ano. No segundo ele sabe até 100 né?* Eles não têm a noção de mil, essas coisas, então no caso não seria bom assim nessa idade que eles usassem até 100 falassem para eles colocassem até 100. Só que aí eles poderiam usar mais de dois comandos até 4 comandos.

Discutimos que a limitação de comandos no segundo ano dos anos iniciais, devido ao fato de os alunos saberem contar até 100, poderia ser superada se colocássemos os alvos mais próximos da tartaruga e usássemos uma angulação menor para a disposição dos alvos. Caminhando para o encerramento do encontro buscamos enfatizar a importância de o professor, após o término do jogo, discutir com os alunos como eles fizeram as atividades, apresentando estratégias usadas, comparando os valores utilizados para acertar os alvos, e outras questões que pode aparecer. De modo geral, o propósito desse encontro foi disponibilizar, às futuras professoras, mais uma atividade que poderia ser realizada no *Superlogo*. Além disso, as discussões que propusemos envolviam questões ligadas a tecnologia e a pedagogia o que pode contribuir para a *construção do conhecimento pedagógico tecnológico*.

No decorrer do projeto notamos a dificuldade das acadêmicas em elaborar atividades com o *Superlogo* e as discussões em busca de superá-las. Um dos maiores desafios enfrentados pelas acadêmicas foi o uso do *Superlogo* de forma a contribuir para a conceitualização matemática. Todavia, são essas dificuldades que fazem com que as acadêmicas reflitam e busquem se instrumentar e instrumentalizar em relação ao *Superlogo*.

A interação sujeito e objeto (ensino de algum conteúdo) mediada pelo instrumento deve levar em consideração vários aspectos relacionados ao ensino, sendo importante discutir, dentre outros, cada escolha que envolve esse artefato, a postura do professor e o papel da tecnologia. O processo de *gênese instrumental* da tecnologia para o ensino exige que o professor reflita sobre: o modo de funcionamento do *software*, quais conceitos devem ser mobilizados pelo aluno ao trabalhar um conteúdo no *software* escolhido, modos de trabalhar o conteúdo, entre outros. Esses aspectos são de origens pedagógicas e tecnológicas devem ser

levados em conta quando buscamos integrar a tecnologia no ensino, e para que o uso desse artefato contribua para os processos de ensino e de aprendizagem o professor deve construir *conhecimentos tecnológicos do conteúdo*.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de *investigar o processo de construção de conhecimentos pedagógicos tecnológicos do conteúdo por acadêmicos de um curso de Pedagogia para o ensino de Geometria plana com o Superlogo*. Diante da análise da dupla Isis e Isabela vamos discutir alguns avanços e dificuldades no processo de construção desse conhecimento, bem como, algumas perspectivas para futuras pesquisas.

Na análise dos dados obtidos com a realização do projeto de extensão percebemos que o *Superlogo* já se constitui em um instrumento para a dupla em algumas atividades, são elas construir: quadrado, triângulo e paralelogramo. No que tange ao quadrado, esse foi construído pela primeira vez no segundo encontro, retomado pela dupla na discussão do quarto encontro e exposto nos dois planejamentos realizado. O processo de construção do triângulo ocorreu do mesmo modo: construído no segundo encontro, retomado no terceiro, usado para construir um hexágono e abordado no planejamento no quinto encontro. Já no que se refere ao paralelogramo ele foi construído nos quinto e sexto encontros. Inferimos, então, que as mobilizações desses objetos pelas acadêmicas tornaram esses conceitos esquemas de utilização, uma vez que eles começam a fazer parte da ação dos sujeitos.

O processo de *gênese instrumental* vivenciado pela dupla foi permeado de dificuldades conceituais, em relação às figuras geométricas planas. As principais delas são mobilizar as propriedades relativas aos ângulos internos e as medidas dos lados das figuras geométricas plana. Frente a essas dificuldades buscamos discutir as propriedades das figuras, o que levou à mobilização e construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo*. Acreditamos que esse tipo de conhecimento é primordial para o trabalho com qualquer instrumento, em particular, o *Superlogo*, pois é esse conhecimento que garante que o professor saiba como as tecnologias agem sobre o objeto matemático.

Se o professor tem o conhecimento tecnológico, mas possui dificuldades conceituais, ele pode ter problemas na abordagem de um conteúdo usando um determinado artefato. No nosso projeto ocorreu esse tipo de situação, diante disso, a dupla analisada fez restrições na atividade proposta em um planejamento limitando as possíveis estratégias dos alunos em resolvê-la. Além disso, se o professor tem conhecimento do conteúdo, mas não tem o

conhecimento tecnológico também enfrentará dificuldades para usar um artefato de modo a favorecer a aprendizagem matemática.

As atividades desenvolvidas no Projeto não exigiam muitos conhecimentos relativos ao conhecimento tecnológico do *software Superlogo*, pois com os comandos básicos que apresentamos muitas atividades poderiam ser construídas. Todavia, a dupla mobilizou um comando para pintar que não abordamos; elas pesquisaram esse comando na Internet. Como elas não buscaram outros comandos, decidimos fornecer alguns comandos impresso para que elas pudessem usar na elaboração do segundo planejamento e elas usaram alguns comandos dessa lista.

No que tange ao *conhecimento pedagógico tecnológico*, percebemos que ele também foi mobilizado. Pudemos notar a mobilização desses conhecimentos quando discutimos: a postura do professor; como gerenciar uma aula quando o aluno possui dificuldades de compreensão do conceito; se é necessário dar os comandos para o aluno fazer a atividade no *Superlogo*; o trabalho na abordagem construcionista; o porquê de usar um material diferente do papel e lápis, entre outros. Essas discussões devem contribuir para o trabalho com a tecnologia por essas futuras professoras dos anos iniciais.

Cabe destacar, a respeito do *conhecimento pedagógico tecnológico*, que uma dificuldade encontrada pela dupla foi elaborar um planejamento no qual o *Superlogo* exercesse um papel sobre a conceitualização do conceito explorado, isto é, em que o mesmo representasse um diferencial na atividade. Acreditamos que esse tem sido um grande entrave no uso da tecnologia no ensino, pois usá-la não tem sido o problema, uma vez que a mesma já está inserida no ambiente escolar, mas utilizá-la de modo a contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem tem sido um ponto de dificuldade para os professores. Nesse sentido, insistimos com as acadêmicas na busca por atividades em que a tecnologia fosse usada nessa perspectiva. Desse modo, propusemos a reflexão sobre a retroação que desejavam da tecnologia em cada atividade a ser realizada. No último encontro Isabela discute uma situação em que a tecnologia está inserida ao ambiente escolar e não integrada:

Isabela: Eu tava lembrando *aqui no nosso estágio, os alunos já tão internalizados que o momento dá sala de informática é para brincar*. Porque a gente levou eles... e aí a gente entrou nas salas... e já perguntou. Ah, a gente vai jogar? A gente vai jogar? Então, **eles então nem consideram como aula, assim mesmo.**

Se o professor não constrói o seu *conhecimento tecnológico pedagógico*, ele pode ser levado propor situações desassociadas da sala de aula, ou seja, que não contribui para

aprendizagem do aluno. Construir esse tipo de conhecimento é o que possibilita, também, o professor decidir sobre o uso de uma tecnologia para trabalhar um conceito e não outra. Uma abordagem que não fizemos no nosso projeto, por acreditar que necessita de um tempo maior de formação para ser bem sucedida, é comparar o mesmo objeto matemático em diferentes *softwares*. Acreditamos que se o professor vivenciar essa experiência ele poderá criar a percepção de que *softwares* diferentes podem favorecer diferentes conceitualizações de um mesmo objeto matemático. Assim, o professor poderá observar que o modo de explorar o conteúdo com a tecnologia escolhida muda a depender do artefato utilizado, o que contribui para que ocorra a aprendizagem matemática. Esse trabalho com diferentes softwares geram uma problemática para futuras pesquisas que venham a discutir a integração da tecnologia. No nosso projeto buscamos favorecer essas reflexões comparando o *Superlogo* com o ambiente papel e lápis.

A respeito do *conhecimento pedagógico do conteúdo* um modo que encontramos de favorecer a construção e/ou mobilização desse tipo de conhecimento foi a elaboração e aplicação do planejamento pelas duplas. No primeiro planejamento as acadêmicas tiveram dificuldades em elaborar uma proposta de ensino adequada ao ano exposto no planejamento. A escolha da atividade que elas propuseram foi pautada no modelo apresentado no livro didático, mas o *software* estruturou a ação dos alunos exigindo conceitos que eles construiriam nos anos posteriores e que não correspondiam ao objetivo da aula. Essa dificuldade relativa aos conceitos que elas podiam explorar na atividade estava relacionada a pouca experiência das acadêmicas em sala de aula. Em busca de superar essa dificuldade pedimos que cada dupla analisasse como os conteúdos eram abordados em três coleções de livros didáticos de um determinado ano. Esse momento propiciou que as acadêmicas observassem nos livros escolhidos que até o quarto ano os alunos não estudam algumas propriedades das figuras geométricas planas. Além disso, no primeiro planejamento as acadêmicas tiveram dificuldades conceituais que influenciaram nas suas escolhas pedagógicas. Entretanto, no segundo planejamento elas criaram uma atividade, adaptada durante o encontro, na qual conseguiram trabalhar um conteúdo de modo que favorecesse a aprendizagem do aluno. Em ambas as propostas as acadêmicas buscaram deixar o aluno mais ativo na realização da atividade.

A respeito da proposta de elaborar o planejamento, inferimos que ela propiciou a articulação entre os componentes: conteúdo, tecnologia e pedagogia. Nessa perspectiva, um ponto que contribuiria ainda mais com essas discussões e com a futura integração da

tecnologia por essas acadêmicas, seria um trabalho articulado com o estágio. Cabe destacar, que tanto na elaboração quanto no debate sobre o planejamento nós trabalhávamos com situações fictícias. Acreditamos que um trabalho no ambiente real de sala aula contribuiria, ainda mais, para o processo de *gênese instrumental* para o ensino. Deixamos, então, como perspectiva para futuros trabalhos a proposta de discutir a tecnologia educacional na formação inicial junto com o estágio supervisionado. Maria no último encontro discute a contribuição do trabalho com situações reais:

Maria: Eu acho que a gente viu aqui... a única coisa assim que *a gente não foi para a sala de aula*. Até mesmo, se tivesse um computador para cada aluno, não vai ter, *acho que a gente podia ter trabalhado com aluno real*.

Notamos na fala da acadêmica a proposta de formação no local de serviço e concordamos que há muitos ganhos nessa proposta.

Durante todo o projeto as formadoras buscaram incentivar as acadêmicas a manifestarem suas dúvidas e opiniões. O papel das formadoras também foi de questionar, fomentar discussões, deixar as acadêmicas agir ativamente tanto nas discussões como na realização da atividade, estimular a criticidade em relação às atividades propostas e levar as acadêmicas a serem autônomas em relação ao uso da tecnologia. Cabe destacar que em alguns momentos as formadoras direcionaram as discussões e não questionaram alguns pontos que contribuiria para discussão sobre o uso, mas esses problemas fazem parte do processo de formação, e diante dos mesmos as formadoras sempre buscavam analisar sua prática e quando possível realizavam novas ações em busca de favorecer o trabalho.

Destacamos, também, que as discussões que propusemos não se restringiram ao uso do *software Superlogo*, apesar de esse ser o único *software* apresentado, pois tentávamos propiciar uma visão ampla sobre o uso de um instrumento no ensino. Apesar de cada instrumento ter suas singularidades, discutíamos que esses deveriam ser usados quando fossem contribuir para a aprendizagem dos alunos. Assim como, que acreditávamos que quanto mais o aluno tivesse o papel ativo na atividade a ser realizada maior seria a possibilidade de ele construir seu conhecimento.

Diante do processo vivenciado pela dupla acreditamos que a discussão sobre o uso da tecnologia deve ser em prol da conceitualização, pode ser aplicada a outras áreas que essas futuras professoras polivalentes trabalharão. Nesse sentido, acreditamos que é necessário um trabalho que busque articular essas questões para lidar com a singularidade de cada disciplina a ser lecionada pelas pedagogas.

No que tange ao processo de *gênese instrumental* para o ensino, ressaltamos que ele requer do professor um trabalho em duas vertentes complementares e que tentamos trabalhar no nosso projeto com as acadêmicas. A primeira é que na interação do professor com o artefato ele deve aprender a gerenciá-lo na sua atividade do ponto de vista técnico, ou seja, entender o seu funcionamento e suas propriedades. A segunda é relativa ao objeto trabalhado na ação, tanto relativo ao objeto matemático estudado pelo professor mediado pelo instrumento, pois durante essa interação ele constrói os seus esquemas de utilização, quanto ao objeto matemático do ponto de vista do ensino, pois nessa interação do professor com o artefato ele tem que conseguir vislumbrar possibilidades pedagógicas para que possa usá-lo na sua prática docente. Assim, considerando essas vertentes concluímos que *um* processo de *gênese instrumental* foi vivenciado e que a cada nova situação que as acadêmicas venham a vivenciar, depois do projeto, novos instrumentos podem ser criados.

A base de conhecimentos proposta por Mishra e Koehler (2006) nos permitiu olhar para as interações entre o acadêmico e a tecnologia quando buscamos a integração dessa na sua futura prática docente. Os autores assinalam que alguns cursos de formação têm buscado dar subsídios tecnológicos para os professores, cabendo a eles (professores) fazerem as articulações com a pedagogia e com o conteúdo. No entanto, Mishra e Koehler (2006) apontam que tal concepção de formação de professores tende a desconsiderar as relações complexas e delicadas entre conteúdo, tecnologia e pedagogia. Na análise dos encontros conseguimos observar, algumas nuances que permeiam o uso de tecnologia. Para tanto, as questões discutidas vão além do fato de saber usar o *Superlogo*; o viés que se seguiu foi discutir como obter, e quais são as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo quando usamos como estratégia a tecnologia. Se o foco é somente saber usar a tecnologia então as reflexões vivenciadas pelos professores poderiam não ter surgido. Reafirma-se assim que o estudo isolado dos componentes – conteúdo, pedagogia e tecnologia – pode ser inadequado, como afirmam Mishra e Koehler (2006).

A articulação teórica entre a Abordagem dos Conhecimentos Pedagógicos e Tecnológicos do Conteúdo com a Teoria da Instrumentação mostrou-se pertinente para as nossas análises. Uma vez que a primeira nos diz que conhecimentos são necessários quando buscamos integrar a tecnologia no processo de ensino e a segunda possibilita compreender como esses conhecimentos são construídos pelo sujeito. Assim, durante nossas análises descrevíamos os processos e como e quais conhecimentos emergiam durante as ações do projeto.

Percebemos, com essa investigação, quão complexo é o processo de integração da tecnologia na prática de um professor, pois o conhecimento necessário para usar a tecnologia depende de cada situação em que ela é usada. Acreditamos que o *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo* pode contribuir para esse processo de integração da tecnologia. Diante do exposto, vemos que a nossa questão - *Como e quais conhecimentos são mobilizados ou construídos tendo em vista a integração da tecnologia na prática de futuros professores para o ensino de Matemática nos anos iniciais?* – não possui uma única resposta, mas inferimos que esses conhecimentos são mobilizados em situações que se discute um uso de forma a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem e permeiam os três componentes: conteúdo, tecnologia e pedagogia, e suas articulações.

Finalizando, essa pesquisa teve resultados que não está ligados, diretamente, aos objetivos e questão de pesquisa, essa investigação ocorreu em paralelo a um processo de construção conhecimento pessoal de como fazer pesquisa. Eu como pesquisadora tive que montar uma formação, ser formadora e buscar aliar a teoria de análise a prática empregada na formação. Essa articulação foi desafiadora e exigiu uma intensificação no estudo das teorias. Cada atividade elaborada no projeto foi fruto de discussões com minha orientadora e com as demais formadoras e para nós elaborar uma atividade em que o software seja um diferencial, não é trivial e requer muitas reflexões sobre o processo de ensino e de aprendizagem. Durante as discussões tivemos o desafio e o cuidado de não direcioná-las para o nosso foco de pesquisa. Outro aspecto desafiador foi transcrever todos os 12 encontros que juntos deram mais de 300 páginas de diálogo, visto que transcrevemos os diálogos das três duplas e a parte em grupo e, ainda, dentro desses dados tivemos a difícil tarefa de escolher os que evidenciavam o processo de *gênese instrumental*. Além disso, buscar uma forma agradável expor análise fez com que elaborássemos três modos diferentes, até que decidimos pelo modelo atual. De modo geral, esse trabalho foi fundamental na minha constituição como pesquisadora e formadora.

REFERÊNCIAS

- BITTAR, M. **A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de Matemática.** Educar em Revista, Curitiba, v. 1/2011, p. 157-171, 2011.
- BITTAR, M. . **A Escolha do *Software* Educacional e a Proposta Didática do Professor: estudo de alguns exemplos em Matemática.** In: Willian Beline; Nielce Meneguelo Lobo da Costa. (Org.). Educação Matemática, Tecnologia e Formação de Professores: algumas reflexões. Campo Mourão -PR: Editora de Fecilcam, 2010, v. único, p. 215-243.
- BITTAR, M. . **Possibilidades e dificuldades da incorporação do uso de *softwares* na aprendizagem da Matemática.** Um estudo de um caso: o *software* Aplusix. In: Anais do III SIPEM - Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, Águas de Lindóia. Recife : SBEM, 2006. v. único. p. 1-12.
- BOGDAN, R. O.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação:** Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BURIGATO, S. M. M. S. ; GREGIO, B. M. A. ; IBRAHIM, R. N. . **Sequência Didática: Uma Proposta da Integração da Tecnologia no Ensino de Geometria nos Anos Iniciais.** In: 9º Encontro de Pesquisa em Educação da Anped Centro-Oeste. Educação: Tendências e Desafios de Campo em Movimento, Brasília, 2008.
- CURI, E. . **Formação de professores polivalentes:** uma análise de conhecimentos para ensinar Matemática e de crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos.2004. 278 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- FERREIRA, A. C. C. **Ensino da Geometria no Brasil: enfatizando o período do Movimento da Matemática Moderna.** Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2005/anaisEvento/documentos/painel/TC_CII136.pdf. Acesso em: 31 de jul. 2012
- KOEHLER, M. J. P e MISHRA, P. **What is technological pedagogical content knowledge?** *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1).60-70, 2009.
- LORENZATO, S; VILA, M. C. **Século XXI: qual Matemática é recomendável?**. Zetetike (UNICAMP), Campinas/SP, v. 1, n.1, p. 41-49, 1993
- MISHRA, P; KOEHLER, M. J. **Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge.** *Teachers College Record*, Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017–1054.
- NACARATO, A. M. ; MENGALI, B. L. S. ; PASSOS, C. L. B. . **A Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental:** tecendo fios do ensinar e do aprender. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. 158 p.
- PAPERT, S. M. **A Máquina das Crianças:** Repensando a escola na era da informática (edição revisada). Nova tradução, prefácio e notas de Paulo Gileno Cysneiros. Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 1994 (1a edição brasileira 1994; edição original EUA 1993).
- PARANHOS, L. R. L. **Da possibilidade para o real:** uma pesquisa-ação sobre a formação de professores reflexivos e autônomos na utilização da informática na

educação. . Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2005.

PURIFICAÇÃO, I. **Pedagogia e novas tecnologias da informação e comunicação: um movimento necessário para a formação do pedagogo?** Paraná: Fórum Pedagogia em Debate, 2002. Disponível em: <<http://www.boaaula.com.br/iolanda/producao/me/pubonline/ivoneliart.html>>. Acesso em: 7 mar. 2012.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains.** Paris: Armand Colin, 1995.

RABARDEL, P. **Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques.** In: BAILLEUL, M. (Ed.). Actes de la Xème Ecole d'Été en Didactiques des BITTAR, M. Mathématiques. Houlgate: IUFM de Caen, 1999. p. 202-213.

SHULMAN, L. **Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching,** Educational Researcher, 1986.

SILVA, C.R; GOBBI, B. C. ; SIMÃO, A. A. . **O uso da análise de conteúdo como ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método.** Organizações Rurais e Agroindustriais, v. 7, p. 70-81, 2005.

SILVA, J. X. ; BITTAR, M. Mudanças na prática pedagógica do professor de Matemática com a inserção do computador: uma proposta de pesquisa-ação. In: Atas do XII EBRAPEM: Educação Matemática: possibilidades de interlocução. Rio Claro, 2008.

VALENTE, J. A. (1997). **Informática na Educação: instrucionismo x construcionismo.** Disponível em:<http://www.divertire.com.br/artigos/valente2.htm>. Acesso em: 7 mar. 2012.

VALENTE, J. A. (2002). **O Uso Inteligente do Computador na Educação.** Disponível em:<http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/textos/txt/usoint.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2012.

VASCONCELLOS, M. **Formação do professor de Matemática das séries iniciais do Ensino Fundamental.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.

WILSON, S.; SHULMAN, L. S.; RICHERT, A. E. **150 ways of knowing: Representations of knowledge in teaching.** In: CALDERHEAD, J. (Ed.). Exploring teachers' thinking. Grã-Bretanha: Cassell Educational Limited, 1987.