

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

LUIZ CLEBER SOARES PADILHA

**INTEGRAÇÃO DO COMPUTADOR NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE
PROFESSORES DE MATEMÁTICA QUE ATUAM EM SALA DE
TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INSTRUMENTAL**

**CAMPO GRANDE-MS
2013**

LUIZ CLEBER SOARES PADILHA

**INTEGRAÇÃO DO COMPUTADOR NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE
PROFESSORES DE MATEMÁTICA QUE ATUAM EM SALA DE
TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INSTRUMENTAL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, como exigência final para obtenção do grau de Mestre em Educação Matemática, sob a orientação da professora Dra. Marilena Bittar.

**CAMPO GRANDE-MS
2013**

LUIZ CLEBER SOARES PADILHA

**INTEGRAÇÃO DO COMPUTADOR NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE
PROFESSORES DE MATEMÁTICA QUE ATUAM EM SALA DE
TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INSTRUMENTAL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, como exigência final para obtenção do grau de Mestre em Educação Matemática, sob a orientação da professora Dra. Marilena Bittar.

Campo Grande-MS, 4 de setembro de 2013.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Marilena Bittar
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Suely Scherer
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Saddo Ag Almouloud
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Prof. Dr. José Luiz Magalhães de Freitas
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

“Aquele que semeia, saiu a semear; e, enquanto semeava, uma parte da semente caiu ao longo do caminho, e vindo os pássaros do céu a comeram. Outra caiu nos lugares pedregosos onde não havia muita terra; e logo nasceu porque a terra onde estava não tinha profundidade. Mas o Sol tendo se erguido em seguida, a queimou; e, como não tinha raízes, secou. Outra caiu nos espinheiros, e os espinhos, vindo a crescer, a sufocaram. Outra, enfim, caiu na boa terra, e deu frutos, alguns grãos rendendo cento por um, outros sessenta e outros trinta.”

(São Mateus, Cap. XIII, v. de 1 a 9)

Permita Deus que as sementes lançadas na boa terra frutifiquem e que com nosso trabalho possamos preparar o solo árido para a próxima semeadura.

*A Jane, amada esposa, e a Thais, querida filha,
meu amor e agradecimento pela compreensão, incentivo e apoio ao longo desta caminhada.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua presença constante em minha vida e por esta oportunidade.

Aldo e Gercy, pais amados, pelo exemplo, confiança e incentivo.

Aos professores Suely Scherer, Saddo Ag Almouloud e José Luiz Magalhães de Freitas pela participação da banca examinadora e contribuições para este trabalho.

Aos professores do programa pelo aprendizado, que por seus exemplos de conduta, foi muito além do acadêmico.

Aos colegas, especialmente os membros do GETECMAT, pelos bons momentos e apoio.

A Kely pela força e presença nos momentos difíceis.

Ao Adriano, Deise, Iraci, Rosa e Osmar pelo incentivo e compreensão.

Agradeço especialmente a profa. Marilena Bittar, que muito me honrou com sua orientação, por sua confiança e paciência ao longo deste trabalho. Seu exemplo será sempre lembrado.

RESUMO

Essa pesquisa, de abordagem qualitativa, tem como objetivo principal investigar o processo de apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, para o ensino de matemática. Para tanto analisamos a participação de três professores em um projeto de extensão denominado Formação de Multiplicadores no Uso de Tecnologia Educacional Matemática promovido pelo Grupo de Estudos de Tecnologia e Educação Matemática (GETECMAT) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Esta investigação teve aporte da Teoria da Atividade Instrumentada (RABARDEL, 1995) que nos permitiu analisar o processo de gênese instrumental da tecnologia para fins pedagógicos vivenciado por cada um dos três professores de matemática. O Ciclo de Ações e Espiral de Aprendizagem (VALENTE, 2005) nos auxiliou na análise do desenvolvimento dos esquemas de uso (instrumentalização) e dos esquemas de ação instrumentada (instrumentação) que ocorrem durante o processo de gênese instrumental do professor. Os resultados obtidos nos permitem concluir que ao utilizar o *software* GrafEq para a solução de tarefas propostas o professor realiza o processo de gênese instrumental, conforme definido por Rabardel (1995), transformando o artefato (*software*) em um instrumento para o cumprimento de tais tarefas. Pudemos observar ainda que dificuldades relacionadas a conceitos matemáticos podem interferir neste processo. Por meio da análise dos planejamentos de aulas apresentados pelos professores, verificamos que estes estão em processo de apropriação do *software* GrafEq para o ensino de determinados conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: Teoria da Atividade Instrumentada. Formação de professores. Tecnologia e ensino de matemática. Ciclo de ações e espiral de aprendizagem.

ABSTRACT

This research, a qualitative, aimed at investigating the process of appropriation of the computer for math teachers final years of primary school, working in room technology for teaching mathematics. Therefore we analyzed the participation of three teachers in an extension project called Multipliers Training in the Use of Educational Technology Mathematics sponsored by the Study Group on Technology and Mathematics Education (GETECMAT) Federal University of Mato Grosso do Sul contribution of this research was Activity Theory instrumented (Rabardel, 1995) which allowed us to analyze the process of instrumental genesis of technology for educational experienced by each of the three math teachers. Cycle Action and Learning Spiral (Valente, 2005) helped us to analyze the development of schemes of use (exploitation) and instrumented action schemes (instrumentation) that occur during the process of instrumental genesis teacher. The results allow us to conclude that by using the software GrafEq for solving tasks proposed teacher resurfaces the process of instrumental genesis, as defined by Rabardel (1995), transforming the artifact (software) into an instrument for the fulfillment of such tasks . We also observed that difficulties related to mathematical concepts can interfere with this process. Through the analysis of lesson plans submitted by teachers, we found that they are in the process of appropriation of the software GrafEq for teaching specific mathematical content.

Keywords: Activity Theory instrumented. Teacher training. Technology and mathematics education. Cycle of actions and learning spiral.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Ações	35
Figura 2 – Espiral de aprendizagem	36
Figura 3 – Tarefas propostas para utilização do <i>software</i> GrafEq: (A) Barco; (B) “Smile” e (C) esboço da Bandeira do Brasil	53
Figura 4 – Interface do <i>software</i> GrafEq	54
Figura 5 – Barco desenhado com o <i>software</i> GrafEq.....	55
Figura 6 – Barco desenhado por Ana utilizando o <i>software</i> GrafEq	58
Figura 7 – Barco desenhado por Paula utilizando o <i>software</i> GrafEq	59
Figura 8 – Barco desenhado por Julia utilizando o <i>software</i> GrafEq	61
Figura 9 – <i>Smile</i> desenhado com o <i>software</i> GrafEq.....	61
Figura 10 – 1ª descrição de Ana para desenhar a face do <i>Smile</i>	65
Figura 11 – 2ª descrição de Ana para desenhar a face do <i>Smile</i>	66
Figura 12 – 3ª descrição de Ana para desenhar a face do <i>Smile</i>	67
Figura 13 – 4ª descrição de Ana para desenhar a face do <i>Smile</i>	67
Figura 14 – Descrições para o preenchimento da circunferência que representa a face do <i>Smile</i>	68
Figura 15 – Descrição que preenche a circunferência que representa a face do <i>Smile</i>	69
Figura 16 – <i>Smile</i> desenhado por Ana utilizando o <i>software</i> GrafEq	75
Figura 17 – Descrições que caracterizam o ciclo descrição-execução-reflexão- depuração ..	77
Figura 18 – Desenho do <i>Smile</i> e as relações finais utilizadas por Paula.	82
Figura 19 – Descrições de Julia utilizando a função de 1º grau e a inequação de 1º grau	83
Figura 20 – Descrições de Julia utilizando a equação da circunferência.	84
Figura 21 – Estudo do gráfico de uma função polinomial do 2º grau	86
Figura 22 – Desenho do <i>Smile</i> e as relações finais utilizadas por Julia.....	88
Figura 23 – Esboço da Bandeira do Brasil	89
Figura 24 – Esboço da Bandeira de Mato Grosso do Sul.....	89
Figura 25 – Relações: (a) utilizadas por Ana (b) sugeridas.....	91
Figura 26 – (A) descrições que desenharam o losango; (B) tentativa de preenchimento do losango utilizando uma relação; (C) tentativa de preencher o losango utilizando duas relações; (D) tentativa de preencher o losango utilizando duas relações	93

Figura 27 – Esboço da Bandeira do Brasil desenhada por Ana e as relações finais utilizadas.....	95
Figura 28 – Desenho do retângulo verde utilizando uma relação	97
Figura 29 – Variação do <i>zoom</i> do desenho do retângulo verde.....	98
Figura 30 – Descrições de Paula para definir o losango da Bandeira do Brasil.....	100
Figura 31 – Esboço da Bandeira do Brasil desenhado por Paula e as relações finais utilizadas	102
Figura 32 – Visualização da mudança do <i>zoom</i> da laneta gráfica.....	104
Figura 33 – Desenho do losango utilizando função modular	105
Figura 34 – Bandeira do Brasil desenhada por Julia e as relações finais utilizadas	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	63
Tabela 2 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	69
Tabela 3 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	70
Tabela 4 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	70
Tabela 5 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.	72
Tabela 6 – Análise quantitativa do estudo gráfico da elipse utilizando o <i>software</i> GrafEq.	73
Tabela 7 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.	74
Tabela 8 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	76
Tabela 9 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	78
Tabela 10 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	79
Tabela 11 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	79
Tabela 12 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	80
Tabela 13 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.	81
Tabela 14 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	83

Tabela 15 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	84
Tabela 16 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	85
Tabela 17 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	85
Tabela 18 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	87
Tabela 19 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.	87
Tabela 20 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo verde da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.	90
Tabela 21 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	91
Tabela 22 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.	94
Tabela 23 – Análise quantitativa da atividade de desenhar faixa branca da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	94
Tabela 24 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	96
Tabela 25 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	98
Tabela 26 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.	101
Tabela 27 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.....	101
Tabela 28 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.	103
Tabela 29 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	104
Tabela 30 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.	106

Tabela 31 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa	106
--	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modelo de tabela utilizada para transcrição dos vídeos das atividades desenvolvidas pelos professores para cumprir as tarefas propostas durante os encontros presenciais do projeto de extensão. 42

Quadro 2: Síntese do curso Formação de Multiplicadores no Uso de Tecnologia Educacional Matemática..... 46

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	23
1.1 – Formação de professores de matemática para o uso de tecnologia	23
1.2 – Uso de computadores para ensinar matemática: uma perspectiva de integração com base na Teoria da Atividade Instrumentada	25
1.3 – O ciclo de ações e a espiral de aprendizagem no estudo da apropriação do uso de computadores por professores de matemática.....	33
CAPÍTULO II – PERCURSO METODOLÓGICO.....	40
2.1 – Metodologia da pesquisa.....	40
2.2 – O contexto e a escolha dos sujeitos da pesquisa.....	44
2.2.1 – Os sujeitos da pesquisa.....	51
2.3 – Procedimentos metodológicos para a coleta de dados.....	51
2.3.1 – Observação	51
2.3.2 – Análise de imagens.....	52
3 – ANÁLISE DOS DADOS.....	53
3.1 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar um barco utilizando o software GrafEq	55
3.1.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o barco utilizando o <i>software GrafEq</i>	56
3.1.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o barco utilizando o <i>software GrafEq</i>	58
3.1.3 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software GrafEq</i>	59
3.2 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o software GrafEq	61
3.2.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software GrafEq</i>	62
3.2.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software GrafEq</i>	75

3.2.3 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq.....	82
3.3 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil.....	88
3.3.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq	90
3.3.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq	96
3.3.2 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq	103
3.4 – Síntese das contribuições do Ciclo de Ações e da Espiral de Aprendizagem na análise da apropriação do <i>software</i> GrafEq com vistas ao ensino da Matemática.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIAS	114
APÊNDICES.....	117
APÊNDICE A – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o “<i>Smile</i>”	117
APÊNDICE B – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil.....	129
APÊNDICE C – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o “<i>Smile</i>”	139
APÊNDICE D – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil.....	155

INTRODUÇÃO

Como aluno da Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul ao longo de todo o ensino básico, tive meu primeiro contato com um computador ao cursar o terceiro ano do segundo grau, atual terceiro ano do ensino médio, pois a Escola Estadual Professora Maria Rocha foi uma das primeiras escolas estaduais do município de Santa Maria-RS a receber um laboratório de informática e os alunos podiam realizar cursos de informática no turno diferente daquele que cursavam o ensino regular. No PC 286¹, que funcionava com o sistema operacional MS-DOS², aprendi a digitar e editar textos utilizando o processador de textos WordStar (WS)³.

Em 1994 iniciei o curso de Matemática com Ênfase em Ciência da Computação – Licenciatura Plena, na então Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP), atual Anhanguera-UNIDERP. Neste curso além da formação voltada ao ensino de Matemática tive disciplinas relacionadas à área de computação, como por exemplo: lógica, algoritmos, linguagens de programação, banco de dados, etc. Durante a graduação tive oportunidade de participar de um projeto de iniciação científica que tinha como objetivo o desenvolvimento de um *software* para o ensino de Física e Química. Porém, o uso do computador para o ensino de Matemática foi um assunto pouco explorado durante o curso o que, de certa forma, foi sentido no início da carreira de professor.

Nos anos de 1999 e 2000 realizei o Curso de Pós-Graduação “*Lato sensu*” em Matemática na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Três Lagoas-MS, no qual, sob a orientação da professora mestra Rosana Satie Takehara, apresentei uma monografia sobre o uso do *software* DOS-VOX⁴ aliado a outros materiais manipuláveis para o ensino de geometria para deficientes visuais.

A partir de 2004 quando efetivamente comecei a trabalhar como professor nos ensinos fundamental e médio, percebi o quanto o uso de computador poderia auxiliar no

¹ PC refere-se a Personal Computer, lançado pela IBM no início da década de 1980, mas que passou a designar todos os microcomputadores pessoais; e 286 refere-se ao modelo de processador utilizado.

² MS-DOS sistema operacional licenciado pela Microsoft no final da década de 1980 para uso em microcomputadores de diferentes fabricantes.

³ Processador de texto desenvolvido por Seymour Rubinstein, adaptado para o sistema operacional DOS.

⁴ O DOSVOX é um sistema para computadores desenvolvido, a partir de 1993, pelo Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Este sistema possibilita a comunicação entre usuário e computador por meio de síntese de voz, o que viabiliza o uso de computadores por deficientes visuais, que adquirem assim, um alto grau de independência no estudo e no trabalho (<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>).

ensino e aprendizagem de matemática, porém o que tinha estudado até aquele momento não me oferecia um suporte suficiente para esta utilização. No início de 2005 realizei um curso de capacitação que habilitava a trabalhar como Professor Instrutor nas Salas de Informática das escolas municipais. Entre as atribuições do Professor Instrutor estava o incentivo e o apoio aos demais professores da escola para e no uso pedagógico do computador para o ensino de todas as disciplinas e ainda, as rotinas de gerenciamento da Sala de Informática.

Embora o Professor Instrutor tivesse que prestar apoio pedagógico para utilização do computador o curso de capacitação tinha seu foco principal nas rotinas de gestão da Sala de Informática.

No período de agosto de 2005 a julho de 2009 atuando como professor regente em turmas do 6º ao 9º ano do ensino fundamental participei de diversas formações continuadas que tinham como objetivo a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Matemática e entre os recursos que eram apresentados/sugeridos, o uso de computador foi pouco abordado. Neste mesmo período, atuando também como Professor Coordenador de Tecnologia (PCTE)⁵, participei de diversas formações oferecidas pelo Núcleo de Tecnologia Educacional (NUTED)⁶ que tinham como objetivo disseminar as potencialidades da internet como fonte de pesquisa, espaço para publicação da produção dos alunos e professores com a utilização, por exemplo, de *Blog*. Estas formações também eram destinadas ao repasse de orientações sobre a gestão das tecnologias disponíveis na escola.

Em agosto de 2009 ao assumir a função de técnico do Núcleo de Matemática e Educação Fiscal (NUMEF) da Coordenadoria do Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano (COEF 6º ao 9º) da Secretaria Municipal de Educação de Campo Grande (SEMED), tendo como atribuições o planejamento e a implementação da formação continuada bem como o acompanhamento dos professores de matemática das escolas da Rede Municipal de Ensino (REME), vislumbrei a possibilidade de aprofundar a pesquisa sobre a utilização do computador no ensino de matemática e compartilhar com os demais professores de matemática da REME os resultados da produção acadêmica nesta área.

⁵ A partir de 2008 o Professor Instrutor da Sala de Informática passa a ser chamado de Professor Coordenador de Tecnologia (PCTE) com a atribuição de coordenar a utilização de todas as tecnologias disponíveis na escola.

⁶ Atualmente Divisão de Tecnologia Educacional (DITEC) da Secretaria Municipal de Educação.

Na busca por mais informações sobre o uso de computadores para o ensino de Matemática participei, no início de 2010, do IV Encontro Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática promovido pelo Mestrado em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) quando tive a oportunidade de conhecer pesquisas relacionadas ao uso de computador e *softwares* no e para o ensino de Matemática. Neste evento conheci e posteriormente passei a fazer parte do Grupo de Estudo de Tecnologia e Educação Matemática (GETECMAT)⁷ que se dedica ao estudo de como a tecnologia pode ser utilizada no ensino de Matemática.

A participação das sessões de estudos e seminários promovidos pelo GETECMAT e ainda, em eventos como o X Encontro Nacional de Educação Matemática (X ENEM) e do XIV Encontro Brasileiro dos Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática (XIV EBRAPEM) contribuíram na busca por conhecimento sobre o uso de computadores para e no ensino de Matemática.

A aproximação com o meio acadêmico nos⁸ proporcionou o acesso a estudos realizados em pesquisas na área de educação matemática (BITTAR, 2000; BRANDÃO, 2005; BITTAR e VASCONCELLOS, 2008) nos quais comprovamos a importância da realização de uma formação de professores de matemática que possibilite a integração da tecnologia em suas práticas pedagógicas.

Destacamos que utilizamos o termo integração com o mesmo sentido apresentado por Bittar (2010) quando diferencia inserção e integração de tecnologia na educação

Fazemos uma distinção entre integração e inserção da tecnologia da Educação. 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, extraclasses, 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. (BITTAR, 2010, p. 259)

Conforme definido por Bittar (2010) e a luz do nosso referencial teórico acreditamos que a verdadeira integração do computador a prática pedagógica do professor

⁷ GETECMAT está na base de grupos do CNPq e é liderado pelas Professoras Doutoras Marilena Bittar e Suely Scherer. Mais informações sobre o trabalho desenvolvido pelo GETECMAT podem ser obtidas em <http://getecmat.blogspot.com>.

⁸ A partir deste ponto do texto passamos a utilizar uma narrativa em 1ª pessoa do plural por se tratar do trabalho desenvolvido sob a orientação da Profa. Dra. Marilena Bittar.

ocorrerá quando este apropriar-se desta tecnologia transformando-a em um instrumento para o ensino da matemática.

Ao utilizarmos o termo “apropriação”, o fazemos extrapolando o significado de “tomar como próprio, conveniente; adaptar” (FERREIRA, 2004, p. 133), pois entendemos que apropriação de um determinado artefato é um processo cognitivo no qual o sujeito desenvolve esquemas que permitem a transformação deste artefato em um instrumento que será utilizado para um determinado fim.

Considerando a diversidade de recursos que o uso do computador disponibiliza podemos afirmar que o professor apropria-se de parte destes recursos, ou seja, desenvolve esquemas que possibilitam a utilização de alguns destes recursos para o ensino de matemática.

Esta concepção de integração, compartilhada pelos membros do GETECMAT e presente nas pesquisas e ações de formação desenvolvidas pelo grupo, sugere um tipo de formação que possibilite o professor apropriar-se do computador integrando-o a sua prática pedagógica contrasta com os resultados da pesquisa de Coraça (2010) que demonstram que o tipo de formação disponibilizada aos professores é, predominantemente, voltada a inserção do computador.

Coraça (2010) demonstra que os professores de matemática que atuam como técnicos nas salas de tecnologia educacional⁹ apresentam dificuldades para a integração da informática em suas práticas pedagógicas para o ensino da matemática e aponta que uma das possíveis causas pode estar relacionada ao tipo de formação oferecida a estes profissionais

A formação continuada oferecida pelo NTE (Núcleo de Tecnologias Educacionais) volta-se para os conhecimentos de informática, não considerando a especificidade de cada área de ensino e as dificuldades encontradas pelos professores em sala de aula. Devido a essa formação recebida, os sujeitos investigados, ao atuarem como professores de tecnologia, pouco orientam os professores de matemática regentes, pois desconhece as contribuições do uso do computador para a aprendizagem, o que também se reflete em sua própria prática pedagógica regente. (CORAÇA, 2010, p. 104).

Com base nestes resultados da pesquisa de Coraça (2010) e nos estudos realizados até aquele momento propomos a realização de uma investigação na qual optamos por concentrarmos nossos estudos em professores de matemática dos anos finais do ensino

⁹ Designação dos laboratórios de informática nas escolas da Rede Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul e Rede Municipal de Educação de Campo Grande.

fundamental, em detrimento dos demais, por acreditarmos que os resultados de nossa pesquisa poderão impactar, localmente, nas ações de formação continuada destes profissionais da REME uma vez que atuamos nesta formação. Como nós também aprenderemos com o desenvolvimento dessa investigação, ela deve contribuir com a nossa formação como formador de professores.

Desta forma formulamos a seguinte questão de pesquisa: **como professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, se apropriam do computador visando o ensino matemática?**

A fim de respondermos essa questão, iniciamos esta pesquisa qualitativa cujo objetivo geral é **investigar o processo de apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, visando o ensino de matemática.**¹⁰

Para que este objetivo seja atingido traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e analisar dificuldades relacionadas ao uso do computador por professores de matemática para o ensino de matemática;
- Analisar a influência dos conhecimentos específicos do professor de matemática em seu processo de instrumentação para a integração do computador em sua prática pedagógica.

Para atingir tais objetivos realizamos esta investigação com os professores de matemática que participaram de um projeto de extensão desenvolvido pelo GETECMAT no período de maio de 2011 a abril de 2012 no qual atuamos como tutor.

Do grupo de professores que participou do curso três foram convidados e concordaram em serem os sujeitos desta pesquisa. Utilizamos para análise os registros de imagem coletados da resolução de tarefas utilizando o *software* GrafEq propostas durante três encontros presenciais e os registros escritos deixados no ambiente virtual de aprendizagem do curso referentes ao uso do *software*.

Estruturamos nossa dissertação em três capítulos, sendo que nesta introdução expomos nossa trajetória pessoal e profissional, apresentamos a questão de pesquisa e os objetivos traçados para respondê-la e, ainda, este último tópico com a estrutura da dissertação.

¹⁰ Como nosso foco de pesquisa está centrado nos professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental que atuam também em salas de tecnologia para que não nos tornemos repetitivos vamos nos referir, a partir deste momento, a este profissional simplesmente como **professor** ou **professor de matemática**.

No primeiro capítulo apresentamos pesquisas relacionadas à formação de professores de matemática para o uso de tecnologia, retomamos a questão de pesquisa e os objetivos relacionando-os com o referencial teórico adotado. No segundo capítulo explicitamos nossas escolhas metodológicas, o contexto da pesquisa, os instrumentos de coletas de dados e os participantes da pesquisa.

O terceiro capítulo apresenta uma síntese dos dados coletados e a análise dos mesmos que serve de subsídio para a apresentação de nossas considerações finais, expostas em um tópico a parte que finaliza esta dissertação.

CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

Iniciamos este capítulo apresentando pesquisas sobre a formação de professores de matemática para o uso de tecnologia e em seguida retomamos a questão norteadora desta pesquisa, os objetivos traçados para tentar respondê-la e procuramos explicitar a articulação destes com o referencial teórico escolhido.

Adotamos como principal referencial a Teoria da Atividade Instrumentada proposta por Rabardel (1995) que nos dá suporte para analisarmos o processo de apropriação do uso do computador pelo sujeito. O Ciclo de Ações e a Espiral de Aprendizagem propostas por Valente (2005) é a referência que utilizamos para analisar o desenvolvimento, por parte do sujeito, de esquemas de uso/utilização do computador que caracterizam o processo de apropriação para fins pedagógicos.

1.1 – Formação de professores de matemática para o uso de tecnologia

Ao investigar como professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, apropriam-se do computador visando ensinar matemática consideramos importante fazer inicialmente um estudo sobre como foi à inserção desta tecnologia no ensino brasileiro.

A inserção da informática na educação brasileira é objeto de pesquisas e de diversas iniciativas do poder público desde o início da década de 1970, como podemos perceber em Valente (1999). Este processo foi fortemente influenciado pelas experiências norte-americanas e francesas, porém os programas brasileiros apresentam diferenças fundamentais; dentre elas destacamos que nos programas brasileiros o uso da informática sempre teve como objetivo provocar profundas mudanças pedagógicas e não apenas automatizar o sistema de ensino (VALENTE, 1999).

Esta característica dos programas brasileiros sempre representou um grande desafio, pois é necessário transformar uma abordagem educacional centrada no ensino (transmissão de informações) para uma abordagem na qual o aluno utilizando a informática possa construir seu conhecimento, ou seja, era necessária a mudança na prática pedagógica dos professores (VALENTE, 1999).

Com o objetivo de estimular esta mudança pedagógica foram desenvolvidos diversos programas com cursos destinados à formação de professores para uso da

informática na educação. Segundo Borba (2010, p. 21) a metodologia utilizada nestes cursos foi a de “professor capacitando professor”, ou seja, a formação de professores multiplicadores que participavam de um curso de capacitação e ao retornarem às suas escolas, geralmente, eles passavam a atuar como técnicos nos laboratórios de informática e tinham a função de capacitar os demais professores.

No entanto, estes programas e a metodologia utilizada parecem não ter atingido plenamente os seus objetivos como podemos perceber nos resultados da pesquisa de Coraça (2010), que demonstram que os professores de matemática que atuam como técnicos nas salas de tecnologia educacional apresentam dificuldades para a integração da informática em suas práticas pedagógicas para o ensino da matemática. Coraça (2010) aponta que uma das possíveis causas dessas dificuldades pode estar relacionada ao tipo de formação oferecida a estes profissionais

A formação continuada oferecida pelo NTE (Núcleo de Tecnologias Educacionais) volta-se para os conhecimentos de informática, não considerando a especificidade de cada área de ensino e as dificuldades encontradas pelos professores em sala de aula. Devido a essa formação recebida, os sujeitos investigados, ao atuarem como professores de tecnologia, pouco orientam os professores de matemática regentes, pois desconhece as contribuições do uso do computador para a aprendizagem, o que também se reflete em sua própria prática pedagógica regente. (CORAÇA, 2010, p. 104).

Paranhos (2005) em sua pesquisa sobre a formação do professor reflexivo e autônomo para o uso de informática para o ensino destaca que um dos grandes entraves para esta formação é o tratamento de forma desconexa entre teoria e prática com o uso desta tecnologia.

Neste mesmo sentido Piaty (2000) alerta para a necessidade de de quebrar a dicotomia existente entre a teoria e a prática para a formação de um professor reflexivo para o uso de tecnologia para o ensino.

Estas formações estão diretamente ligadas a concepção de uso da tecnologia para o ensino. Frota e Borges (2004, p. 2) ao pesquisarem concepções sobre o uso de tecnologia na educação matemática identificam argumentos que caracterizam dois tipos de concepções que denominam de “consumir tecnologia” e “incorporar tecnologia”. Os autores acrescentam a estas uma terceira concepção, não identificada na literatura, que denominaram de “matematizar a tecnologia”.

A concepção de “consumir tecnologia” é apontada pelos autores como a mais comum de ser encontrada entre os professores de matemática, uma vez que é a que mais

permeia os discursos oficiais. Para Frota e Borges (2004) “incorporar tecnologia” está relacionada à apropriação das tecnologias transformando-as em ferramentas e instrumentos cognitivos de modo que professores e alunos mudem a maneira de fazer e pensar matemática.

Acreditamos que o desenvolvimento destas concepções pelos professores pode ser facilitado por meio do contato deste com ambientes em que a tecnologia é utilizada sob esta ou aquela ótica. E ainda, que este desenvolvimento esteja ligado à forma como o professor se apropria da tecnologia para utilizá-la em sua prática pedagógica. Desta forma os cursos de formação inicial/continuada são espaços privilegiados para se investigar o processo de apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, visando o ensino de matemática.

Neste sentido desenvolvemos esta pesquisa ao longo do projeto de extensão de formação de multiplicadores desenvolvido pelo GETECMAT com o objetivo de identificar e analisar dificuldades relacionadas ao uso do computador por professores de matemática visando o ensino de matemática e analisar a influência dos conhecimentos específicos do professor de matemática em seu processo de instrumentação para a integração do computador em sua prática pedagógica.

Este projeto de extensão foi desenvolvido considerando o resultado de pesquisas sobre a efetividade da integração de tecnologia na prática pedagógica de professores de matemática. Segundo Bittar (2000, p. 105) “deve-se, também, reavaliar os dispositivos de formação de professores, de forma a permitir que eles se tornem autônomos na elaboração de aulas, utilizando as novas tecnologias.

1.2 – Uso de computadores para ensinar matemática: uma perspectiva de integração com base na Teoria da Atividade Instrumentada

Retomando o objetivo geral proposto nesta pesquisa: **investigar a apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, para o ensino de matemática**, consideramos importante explicitarmos o significado que atribuímos a dois termos citados neste objetivo. Ao utilizarmos o termo “apropriação” como o processo cognitivo de desenvolver esquemas

que possibilitam a transformação de um artefato em um instrumento para a realização de uma determinada tarefa. O termo “computador” não nos referindo apenas à máquina, mas também aos softwares, mídias e outros recursos a ele associados.

Considerando este objetivo optamos por utilizar como principal referencial teórico a Teoria da Atividade Instrumentada proposta por Pierre Rabardel (1995), pois entendemos que esta teoria fornece os subsídios teóricos para que possamos analisar como ocorre o processo de apropriação do computador e ainda, identificar e analisar dificuldades dos professores relacionadas à sua utilização para o ensino de matemática.

A Teoria da Atividade Instrumentada, proveniente de pesquisas em ergonomia cognitiva¹¹ e referente à aprendizagem de ferramentas tecnológicas, oferece aportes importantes que podem ser utilizados quando se pretende estudar como professores ou alunos apropriam-se de um artefato qualquer com fins educativos.

Rabardel (1995) utiliza vários conceitos da psicologia em sua teoria, mas destaca-se o conceito de esquema que representa uma ampliação da abordagem apresentada por diversos psicólogos cognitivistas e mais especificamente por Vergnaud (1990) na Teoria dos Campos Conceituais.

A abordagem de esquema proposta por Rabardel (1995) remete à ideia de ação do sujeito sobre algo e este dinamismo é fundamental para a definição e diferenciação de artefato e instrumento, que são elementos básicos desta teoria.

O termo artefato é utilizado por Rabardel (1995) para designar máquinas, objetos técnicos, objetos simbólicos e sistemas. Assim “o artefato (seja material ou não) aporta uma solução para um problema ou uma classe de problemas postos socialmente” (RABARDEL, 1995, p. 60, tradução nossa). A relação do sujeito com os artefatos pode ser analisada sob vários pontos de vista dependendo do uso dentro do sistema de produção e da atividade. Rabardel (1995) destaca as abordagens dos artefatos como sistema técnico, do ponto de vista de suas funções e como meio de ação. Estas duas últimas abordagens nos parecem importantes no sentido em que estamos analisando a apropriação de um software (artefato) pelo professor (sujeito). O autor define estas abordagens da seguinte forma

¹¹ Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO (<http://www.abergo.org.br>) ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

O artefato do ponto de vista de suas funções

[...] O artefato é assim apreendido do ponto de vista de suas funções, do que ele produz, quer dizer, do ponto de vista daquilo que acontece com os objetos, com as coisas para cuja transformação ele contribui enquanto subconjunto de um sistema mais vasto tal como uma unidade de produção ou uma empresa. Esse subconjunto pode por si mesmo ser considerado como sistema misto homem-máquina. Nessa perspectiva é a **lógica do processo de transformação das coisas** que é organizadora do ponto de vista segundo o qual é apreendida a relação do homem com a máquina.

O artefato meio de ação

Enfim, o terceiro tipo de relação do homem com artefatos em uso é a relação instrumental. O artefato ocupa um lugar numa atividade finalizada do ponto de vista daquele que utiliza, ele possui então um status de meio da ação para o sujeito, um meio que ele se dá para operar sobre o objeto (o que lhe é dado, no contexto do trabalho por exemplo) Aqui a relação com o artefato é apreendida do ponto de vista do sujeito, de sua atividade e de sua ação. Nessa perspectiva é a **lógica da atividade e da utilização** (para retomar a terminologia de Richard) que é organizadora da abordagem da relação instrumental do homem com o artefato. (RABARDEL, 1995, p. 61 e 62, grifos do autor, tradução nossa)

Para o termo instrumento Rabardel (1995) conceitua inicialmente como “o artefato em situação, inserido em um uso, em uma relação instrumental com a ação do sujeito, como um meio para a ação” (RABARDEL, 1995, p. 60, tradução nossa). Após uma análise de várias concepções de instrumento o autor apresenta uma síntese na qual o instrumento é visto como mediador entre o sujeito (usuário do instrumento) e o objeto (sobre o qual recai a ação) sendo que esta mediação pode ser epistêmica (do objeto para o sujeito), ou seja, o instrumento é o meio que permite ao sujeito o conhecimento do objeto, ou pragmática (do sujeito para o objeto), neste caso o instrumento é o meio de uma ação transformadora do objeto.

Segundo Rabardel (1995, p. 89) quando esta mediação ocorre numa atividade real as dimensões epistêmicas e pragmáticas interagem constantemente. Por exemplo, vamos considerar um mecânico (sujeito) que utiliza um *scanner* automotivo (instrumento) para a regulagem do motor (objeto) de um veículo. Conectando o *scanner* ao motor do veículo o mecânico tem no visor do *scanner* informações sobre o funcionamento de determinados elementos deste motor que são fundamentais para a ação do mecânico (mediação epistêmica). Utilizando os menus que o *scanner* dispõe o mecânico pode interferir nos parâmetros de funcionamento do motor ajustando-os conforme sua necessidade (mediação pragmática).

Além de mediador o instrumento pode ser meio da ação ou, de forma mais geral, da atividade. Nesta dimensão Rabardel (1995, p. 90) caracteriza os instrumentos segundo a natureza das ações em: instrumento material (quando utilizado para a transformação de um objeto material); instrumento cognitivo (tomada de decisão cognitiva); instrumento

psicológico (gestão da própria atividade) e instrumento semiótico (interação com o objeto semiótico).

Evidentemente, as definições desses diferentes < tipos > de instrumentos não definem classes disjuntas: um instrumento semiótico, por exemplo, pode permitir a tomada de decisão cognitiva (instrumento cognitivo) ou contribuir para a gestão da atividade própria ou de outro (instrumento psicológico). De fato um mesmo dispositivo pode preencher uma multiplicidade de funções na atividade do sujeito. Poder-se-ia dizer que há uma sinergia das funções instrumentais. (RABARDEL, 1995, p. 90, tradução nossa).

Destacamos a dimensão na qual o instrumento é conhecimento:

[...] o instrumento é um **meio de capitalização da experiência** acumulada (cristalizada, dizem mesmo certos autores). Nesse sentido, **qualquer instrumento é conhecimento**.

São conhecimentos inseridos durante os processos de concepção, mas também acumulados, pela e por intermédio da multiplicidade das situações e dos usos. O instrumento pode, desse ponto de vista, ser considerado como uma das modalidades de fixação externa dos saberes da espécie. Conhecimentos que o sujeito pode se apropriar por intermédio de uma atividade adequada que deve ser desenvolvida de maneira adaptada, e pode, bem entendido, se elaborar com a ajuda de outros sujeitos [...]. (RABARDEL, 1995, p. 91, grifos do autor, tradução nossa)

Rabardel (1995) apresenta uma definição intermediária para instrumento na qual afirma: “Definimos instrumento como uma totalidade que compreende ao mesmo tempo um artefato (ou fração de artefato) e um ou mais esquemas de utilização” (RABARDEL, 1995, p. 93, tradução nossa).

Para que possamos nos aprofundar no estudo dos esquemas de utilização enunciados por Rabardel (1995) é necessário que retomemos as ideias centrais da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990).

A Teoria dos Campos Conceituais “é uma teoria cognitivista que proporciona uma estrutura coerente e alguns princípios básicos para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas, principalmente aquelas que dependem da ciência e da técnica” (VERGNAUD, 1990, p. 135).

O autor afirma que

Um conceito não pode ser reduzido à sua definição, principalmente se nos interessamos por sua aprendizagem e seu ensino. É através das situações e dos problemas que um conceito adquire sentido para criança (VERGNAUD, 1990, p. 135, tradução nossa).

Estas situações podem ser agrupadas em duas classes. A classe composta por situações em que o sujeito já dispõe das competências para sua solução imediata e a classe em que o sujeito não dispõe das competências necessárias e por isso necessita de um tempo para explorar, refletir, executar tentativas que podem levá-lo ao sucesso ou ao fracasso.

O comportamento do sujeito frente a estas duas classes de situações pode ser mais bem analisado considerando que “esquema é a organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada” (VERGNAUD, 1990, p. 136).

No caso de situações em que o sujeito já dispõe das competências para a solução temos um comportamento automatizado organizado por um só esquema, e no caso das situações em que o sujeito não dispõe das competências necessárias para a solução há a utilização de vários esquemas que devem ser acomodados, descombinados, e recombinados para atingir a solução desejada. Este processo faz com que o sujeito realize descobertas (VERGNAUD, 1990).

Vamos considerar, por exemplo, a situação em que um sujeito está utilizando um editor de textos e necessita formatar um parágrafo, se ele direciona o cursor do *mouse* diretamente ao ícone que permite fazer a configuração e o seleciona constata-se a ocorrência de um comportamento automatizado organizado em um só esquema. Se, por outro lado, o sujeito antes de direcionar o cursor do *mouse* para o ícone adequado analisa, ou mesmo seleciona, outros ícones isso indica a utilização de vários esquemas que podem ser acomodados, descombinados ou recombinados até que ele consiga realizar a configuração desejada.

Vergnaud (2009, p. 21) destaca que os esquemas são compostos por quatro componentes: um objetivo, subobjetivos e antecipações; regras em ação de tomada de informação e de controle; invariantes operatórios (conceitos em ação e teoremas em ação); e possibilidades de inferência em situação.

Rabardel (1995) destaca seu interesse nos invariantes operatórios, pois permite delimitar as características das situações levadas em conta pelo sujeito, sejam elas familiares a ele, nas quais os invariantes já estão constituídos, ou situações em que sua elaboração está em curso.

Ao utilizar um artefato para a realização de uma ação, inicialmente o sujeito deve constituir um esquema, ou um conjunto de esquemas, que serão associados ao artefato formando assim o instrumento que permite realizar a ação. Aos esquemas associados à

utilização de um artefato Rabardel (1995) denominou de **esquemas de utilização** que concernem às duas dimensões da atividade:

- atividades principais que são orientadas ao objeto da atividade para os quais o artefato é meio para realização;

- atividades relativas às tarefas secundárias que são aquelas relacionadas às propriedades e características do artefato, são funcionais e podem compreender objetivos próprios.

Podemos identificar estas duas dimensões por meio de um exemplo: o sujeito utiliza um *software* para plotar o gráfico de uma determinada função e para melhorar a visualização de detalhes deste gráfico ajusta o *zoom* da imagem. A plotagem do gráfico é a atividade principal para a qual o sujeito utiliza o *software* enquanto que o ajuste do *zoom* da imagem é uma atividade secundária possibilitada por uma determinada característica do *software* que tem a função de possibilitar uma visão com maior ou menor detalhamento do gráfico plotado.

Rabardel (1995) destaca dois níveis de esquema de utilização:

- esquemas de uso que são relativos às tarefas secundárias, ou seja, correspondem às atividades específicas ligadas ao artefato;

- esquemas de ação instrumentada que incorporam, como constituintes, os esquemas de uso. O que os caracterizam é que estão relacionados às atividades principais, ou seja, orientados ao objeto da atividade.

Podemos perceber como os esquemas de ação instrumentada são constituídos pelos esquemas de uso examinando o exemplo anterior, no qual ao plotar o gráfico de uma função utilizando um *software* (atividade principal) o sujeito realiza uma ação instrumentada, ou seja, emprega esquemas de ação instrumentada que são constituídos por esquemas de uso (atividade secundária) como acessar o menu para inserir a lei da função que será plotada, selecionar o tipo de gráfico, ajustar o *zoom*, etc.

Contudo deve-se observar que o caráter do esquema (de uso ou de ação instrumentada) não se refere a uma propriedade do esquema em si, mas sim ao estatuto deste na atividade finalizada.

Um terceiro nível de esquema de utilização é apresentado por Rabardel (1995) quando se considera um contexto de atividade coletiva: são os esquemas de atividade coletiva instrumentada. Este nível não é desenvolvido pelo autor por ser considerado muito hipotético e carente de uma análise mais aprofundada.

Devido ao fato de os esquemas de utilização serem objeto de transmissões e transferências de um usuário a outro, Rabardel (1995) os qualifica como esquemas sociais de utilização e destaca que não devem ser confundidos com esquemas de atividade coletiva instrumentada.

Com este aprofundamento Rabardel formula uma definição psicológica do instrumento

[...] instrumento é uma entidade mista que inclui um componente artefato (um artefato, uma parte do artefato ou um conjunto de artefatos) e um componente esquema (ou os esquemas de utilização, eles próprios, muitas vezes ligados aos esquemas de ação mais gerais). Um instrumento é, pois, formado por dois componentes:

- de um lado, um artefato, material ou simbólico, produzido pelo sujeito ou por outros;
- de outro lado, um ou esquemas de utilização associados, resultando de uma construção própria do sujeito, autônomo ou de uma apropriação de ShSU¹² já formados fora dele. (RABARDEL, 1995, p. 117 e 118, tradução nossa).

Assim, um instrumento existirá a partir do momento em que o sujeito desenvolver esquemas de utilização associados a um determinado artefato visando o cumprimento de uma determinada atividade.

Este processo desenvolvido pelo sujeito e que abrange os dois pólos da entidade instrumental (artefato e esquemas de utilização) é denominado por Rabardel (1995) como gênese instrumental e possui duas dimensões: a instrumentalização e a instrumentação.

A gênese instrumental é um processo complexo que busca a integração entre as características do artefato (potencialidades e limitações) e as atividades do sujeito. Este processo ocorre em duas direções: na direção interna, do próprio sujeito, denominada instrumentação, e na direção externa, do artefato, denominada instrumentalização. Para Rabardel (1995) estes processos são assim caracterizados

- os **processos de instrumentalização** estão relacionados ao surgimento e à evolução dos componentes artefato do instrumento: seleção, agrupamento, produção e instituição de funções, desvios e catacrese, a atribuição de propriedades, transformação do artefato (estrutura, funcionamento, etc .), que prolongam as criações e realizações dos artefatos, cujos limites são, portanto, difíceis de determinar;
- os **processos de instrumentação** estão relacionados ao surgimento e evolução dos esquemas de utilização e de ação instrumentada: constituição, funcionamento, evolução por acomodação, coordenação, combinação, inclusão e assimilação mútua, assimilação de novos artefatos aos esquemas já constituídos, etc. (RABARDEL, 1995, p. 137, tradução nossa).

¹² ShSU abreviatura utilizada pelo autor para se referir a esquemas sociais de utilização.

Como vimos o processo de instrumentalização é o processo no qual ocorre o enriquecimento das propriedades do artefato pelo sujeito. Pode, por um lado, estar centrado nas características intrínsecas do artefato, ou seja, em suas funções previamente definidas, constitutivas do artefato, o que Rabardel (1995, p. 143) denomina como **funções constituintes**. Por outro lado, este processo pode fazer emergir novas funções para o artefato (momentâneas ou duradouras), são extrínsecas e elaboradas durante a gênese instrumental as quais o autor denomina como **funções constituídas** (RABARDEL, 1995, p. 143).

O processo de instrumentação se caracteriza pela gênese, assimilação e acomodação dos esquemas. A assimilação de novos artefatos aos esquemas permite uma nova significação a estes artefatos e a acomodação dos esquemas contribui para as mudanças de significação. Assim quando o sujeito utiliza um artefato para a realização de uma determinada atividade recorre à utilização de esquemas familiares. Segundo Rabardel (1995, p.106)

O caráter familiar de um esquema não é dado (definido, conhecido), ele próprio é o produto de uma construção. Os esquemas familiares são ligados funcionalmente aos objetos ou configurações de objetos que eles organizam. É precisamente essa noção de esquema familiar que é analisada por Boder (1992). É um esquema no sentido piagetiano (caracterizado por uma gênese e organizador de um contexto da situação), que é facilmente acessível: ele é reconhecido como uma ferramenta privilegiada em certo número de situações, onde é selecionado para organizar o trabalho. A consequência da aplicação desses esquemas é que a situação parecerá familiar aos olhos do sujeito. (tradução nossa)

Em síntese, nos dois processos há o desenvolvimento de esquemas. O que os diferenciam são as finalidades destes esquemas, assim enquanto na instrumentalização o sujeito desenvolve esquemas relacionados às características, potencialidades e limitações do artefato tendo em vista uma determinada tarefa, na instrumentação o sujeito desenvolve os esquemas para utilização deste artefato na realização de tal tarefa.

Em nosso estudo ao analisarmos a apropriação do computador procuramos **identificar e analisar dificuldades relacionadas ao uso do computador por professores de matemática visando o ensino de matemática** os conceitos artefato, gênese instrumental, de esquemas e instrumento são de fundamental importância. São estes conceitos que permitem observar, no processo de apropriação, a evolução do computador de artefato, por meio da gênese instrumental (esquemas de uso e esquemas de ação instrumentada), em um instrumento para o ensino de matemática.

Para que possamos analisar o surgimento dos esquemas de uso e o esquemas de ação instrumentada (gênese instrumental) na interação do professor com o computador utilizaremos o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem propostos por Valente (2005), que apresentamos no próximo tópico.

1.3 – O ciclo de ações e a espiral de aprendizagem no estudo da apropriação do uso de computadores por professores de matemática

Para que possamos utilizar o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem para analisar como ocorre a apropriação do computador pelo professor para o ensino de matemática é necessário identificarmos qual a abordagem que este professor utiliza para ensinar matemática com o computador. Para isso recorreremos aos estudos de Papert (2008) que nos indicam as abordagens instrucionistas e construcionistas.

A abordagem instrucionista é caracterizada pelo uso do computador como um recurso mais ágil para a transmissão de informações. Isso pode ser percebido nas primeiras utilizações do computador com fins pedagógicos que tinham uma abordagem de instrução programada, ou seja, a intenção era de usá-los como máquinas de ensinar de Skinner. Nesta abordagem os conteúdos eram divididos em módulos com uma sequência que dependia da lógica e da perspectiva pedagógica de quem a elaborava. O aluno ao final do módulo deveria responder uma questão que o promoveria ao próximo módulo, no caso de a resposta estar certa, ou o obrigaria a repetir o mesmo módulo até conseguir responder corretamente a questão proposta. Outra forma de utilização do computador no ensino é como um instrumento que consolida a prática tradicional, em que sua inserção na escola é vista como mais um meio disponível para transmissão de informação, ou seja, não há uma reflexão sobre como poderia ser utilizado para contribuir para a aprendizagem. São utilizados para isso programas do tipo instrução auxiliada por computadores (CAI) ou instrução inteligente auxiliada por computador (ICAI) (ALMEIDA, 2000).

Segundo Almeida (2000) na abordagem instrucionista o papel do professor fica mais restrito a escolha de softwares que sejam adequados ao conteúdo que deve ser ensinado, propor as atividades e acompanhar os alunos durante a exploração do software, ou seja, o professor não necessita de muita preparação. Porém o software instrucionista não deixa claro o pensamento do aluno durante sua utilização. Assim para o professor descobrir o que pensa o aluno sobre determinado tema tem que acompanhar o passo-a-

passo do processo de exploração do software e ainda questioná-lo constantemente para que tenha condições de intervir e suscitar reflexões significativas.

No sentido contrário do instrucionismo temos a abordagem construcionista que na apresentação realizada por Papert (2008) podemos perceber o antagonismo existente entre as duas abordagens

[...] Com a palavra *instrucionismo*, minha intenção é expressar algo bastante diferente de *pedagogia*, ou a arte de ensinar. Ela deve ser lida em um nível mais ideológico ou programático, expressando a crença de que o caminho para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução – ora, se a Escola é menos que perfeita, então é sabido o que fazer: ensinar melhor. O *construcionismo* é uma filosofia de uma família de filosofias educacionais que nega esta “verdade óbvia”. Ele não põe em dúvida o valor da instrução como tal, pois isso seria uma tolice: mesmo a afirmativa (endossada, quando não originada, por Piaget) de que cada ato de ensino priva a criança de uma oportunidade para a descoberta, não é um imperativo categórico contra ensinar, mas um lembrete expresso em uma maneira paradoxal para manter o ensino sob controle. A atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. (PAPERT, 2008, p. 134)

Na abordagem construcionista o computador deixa de ser uma máquina de ensinar e passa a ser um instrumento que possibilita ao aluno buscar informações de forma não linear conforme seus interesses. Nesta abordagem o aluno tem a oportunidade de elaborar seu conhecimento e refletir sobre as situações que lhe são apresentadas. Um programa escrito pelo aluno fornece ao professor importantes elementos que o ajudam a entender um pouco do pensamento do aluno para a resolução de uma determinada situação.

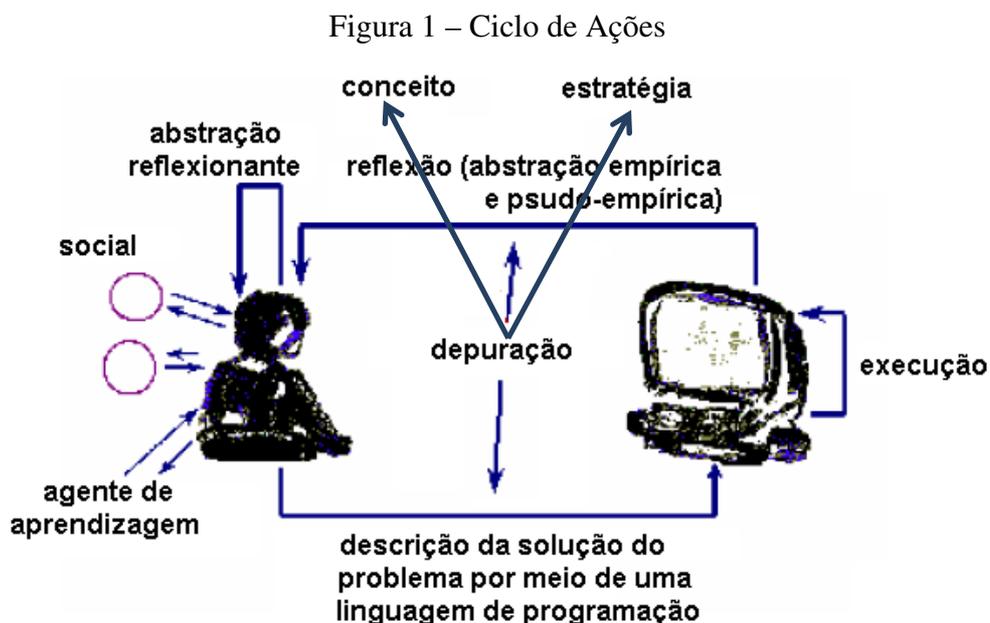
A afirmação “a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (PAPERT, 2008, p. 134) pode levar a uma conclusão equivocada sobre o papel do professor nesta abordagem, atribuindo-lhe papel secundário, o que não condiz com a real função do professor. Cabe a ele compreender o processo mental do aluno e ajudá-lo a interpretar as respostas, questioná-lo e propor desafios que permitam a compreensão do problema e conduza-o a um novo patamar de conhecimento (ALMEIDA, 2000, p. 20).

Com base nestes estudos de Papert (1985) Valente (1993) concebe ciclo de ações “utilizado para ilustrar como o computador pode auxiliar o processo de construção do conhecimento” (VALENTE, 2005, p. 64).

O diagrama do ciclo de ações que apresentamos na Figura 1 representa uma evolução da primeira versão deste ciclo que foi apresentada por Valente (1993). Segundo o autor essa evolução se deve a sugestões recebidas durante a divulgação das ideias do ciclo

de ações e a partir de 1997 sofre influência dos trabalhos desenvolvidos por Ivani Fazenda, Maria Cândida Moraes, e das teorias de Morin (1997), Maturana e Varela (1995; 1997). Valente afirma que o contato com tais trabalhos e teorias “permitiram entender que a cognição não é a única estrutura responsável pelo conhecimento” (VALENTE, 2005, p. 65).

Este novo entendimento resulta, em 2001, na modificação do diagrama inicial que representava o ciclo de ações, assim o ser humano que antes era representado apenas pela cabeça (aspecto cognitivo) passa a ser representado pela cabeça e o corpo (aspecto afetivo e emocional). Além desta modificação a figura que representa o computador também foi modificada, porém as ações continuaram as mesmas apresentadas inicialmente. Na Figura 1 podemos ver como passou a ser o novo diagrama após as modificações.



Fonte: Valente (2005, p. 66)

Por meio da descrição da interação de um sujeito com o computador para a resolução de um problema explicitaremos, de forma sucinta, os elementos constantes deste diagrama. Não podemos esquecer que o sujeito está inserido em um **meio social** que é fonte de ideias e conhecimentos que podem ser empregados na solução do problema.

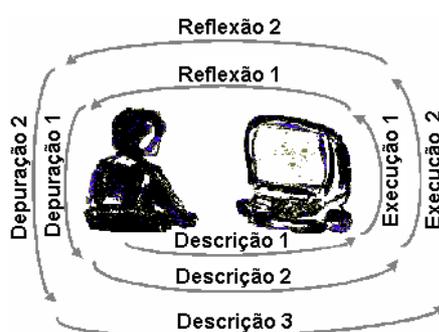
O ciclo é iniciado quando o sujeito, que pretende solucionar um problema, realiza a **descrição** de sua ideia de como resolver o problema utilizando para isso uma sequência de comandos reconhecidos pelo *software* em uso. O computador realiza a **execução** destes

comandos e apresenta o resultado que leva o sujeito a uma **reflexão** sobre a resposta obtida. Esta reflexão pode conduzir o sujeito a produzir diversos níveis de abstração (estes níveis são detalhados oportunamente). Ao refletir sobre o resultado apresentado pelo computador o sujeito pode chegar à conclusão que o problema foi resolvido ou então que é preciso uma **depuração** dos conceitos e/ou das estratégias necessários para a resolução do problema, e então realiza uma nova descrição. O **agente de aprendizagem**, que pode ser um professor ou um tutor, deve ser capaz de entender as ideias do sujeito para que possa intervir adequadamente e auxiliá-lo no processo de construção do conhecimento.

Segundo Valente (2005) outra questão levantada com relação ao ciclo de ações dizia respeito à construção do conhecimento, que é sempre crescente, mas que era representada por algo cíclico, com começo e fim no mesmo ponto. Esta não era a intenção quando o ciclo foi proposto; as próprias ações indicavam que a cada ciclo as ideias do aprendiz evoluíam para um patamar superior do ponto de vista conceitual independente do sucesso ou fracasso no resultado esperado por ele. Assim, inspirado no trabalho de Morin (1997), Valente (2005) passa a distinguir as ações do sujeito do processo de construção do conhecimento do mesmo. O ciclo de ações continua a ser utilizado para descrever a interação aprendiz-computador; as ações do sujeito que se repetem, são cíclicas, e passa a utilizar a espiral de aprendizagem para explicar a construção do conhecimento que acontece quando o ciclo é colocado em ação.

A Figura 2 representa a espiral de aprendizagem na qual ao final de cada ciclo de ações o conhecimento do sujeito encontra-se em um patamar superior ao do início do ciclo, ou seja, as informações colhidas, mesmo que não indiquem o sucesso na resolução do que foi proposto, fornecem ao sujeito mais dados para que possa realizar outras tentativas.

Figura 2 – Espiral de aprendizagem



Fonte: Valente (2005, p. 71)

A partir deste momento apresentaremos as relações que estabelecemos entre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem com os principais conceitos da Teoria da Atividade Instrumentada. Tais relações nos auxiliam na análise da apropriação do computador pelo professor como um instrumento para o ensino de matemática. Para isso vamos considerar a seguinte situação¹³: o professor já está instrumentalizado para o uso do computador, ou seja, utiliza o computador para outros fins e neste momento depara-se com um *software* voltado ao ensino de matemática.

O ciclo de ações (descrição-execução-reflexão-depuração), que representa a interação do sujeito com o *software* (artefato) nos remete à gênese instrumental descrita por Rabardel (1995).

Separamos os processos de instrumentalização e instrumentação constituintes da gênese instrumental para sermos mais didáticos, uma vez que Rabardel (1995, p.138) afirma que “os dois processos contribuem solidariamente para a emergência e a evolução dos instrumentos, mesmo se, segundo as situações, um deles pode ser mais desenvolvido, dominante, até mesmo aplicado sozinho” (tradução nossa).

Inicialmente o professor pode investigar as potencialidades e limitações de um *software* para o ensino/aprendizagem de determinado conteúdo matemático e para isso faz uma descrição, que pode ser a explicitação de esquemas familiares desenvolvidos para a utilização de um artefato semelhante. A partir da resposta que o professor recebe, ou seja, a execução da descrição, este analisa a resposta obtida e a compara com a esperada, se a resposta não for satisfatória o professor realiza a depuração que pode ser relacionada aos conceitos utilizados e/ou a estratégia empregada. Após a depuração o professor realiza uma nova descrição e este ciclo de ações se repetirá até que o professor tenha identificado potencialidades e limitações do *software* para o uso desejado. Nesta situação percebemos que o professor está desenvolvendo esquemas de uso do artefato o que caracteriza o processo de instrumentalização.

O mesmo ciclo de ações é realizado pelo professor, já num segundo momento, quando este utiliza o *software* na tentativa de resolver uma determinada situação-problema. O professor realiza uma descrição utilizando o *software*, que a executa e lhe fornece uma resposta que será refletida e depurada. Nesta situação devemos observar que embora o

¹³ Esta situação é próxima da realidade em que foi realizada a coleta de dados desta pesquisa, uma vez que os professores já utilizam o computador para outros fins, ou seja, já estão instrumentalizados para o uso deste artefato para outros fins que não sejam o ensino de matemática.

professor esteja vivenciando o mesmo ciclo de ações e utilizando o mesmo software sua intenção é distinta da anterior. Neste momento o *software* é empregado para a resolução de uma situação-problema, ou seja, o professor está desenvolvendo esquemas de utilização deste instrumento e a resolução da situação-problema caracteriza uma ação instrumentada do professor. Estas ações caracterizam o processo de instrumentação do professor.

Como anunciamos anteriormente realizamos esta descrição assim dividida em dois momentos distintos para sermos mais didáticos e enfatizarmos cada uma das ações do professor e identificarmos as fases da gênese instrumental, porém acreditamos que estes momentos ocorrem de forma imbricada. Assim, por se tratar de um processo, a investigação do *software* é realizada pelo professor, sempre que este tem necessidade de novos recursos, durante a resolução da situação-problema.

Retomando as duas situações de interação do professor com o *software* apresentadas anteriormente podemos destacar dois momentos distintos da gênese instrumental.

No primeiro momento o professor está em um processo de instrumentalização, pois está apreendendo a estrutura, propriedades e o funcionamento do artefato, ou seja, desenvolvendo os esquemas de uso do artefato. Já no segundo momento, ele está desenvolvendo os esquemas de utilização e/ou ação instrumentada, ou seja, está ocorrendo o processo de instrumentação do professor.

Nestas duas situações temos a realização do ciclo de ações que podem indicar momentos distintos da gênese instrumental, porém considerando a espiral de aprendizagem, as duas situações proporcionam momentos de reflexão que podem conduzir o professor a algum tipo de aprendizagem.

Valente (2005), apoiado nos trabalhos de Piaget (1995) e Mantoan (1994), afirma que a reflexão pode levar o sujeito a realizar três tipos de abstração, fundamentais para a construção do conhecimento, que são a abstração empírica, a pseudo-empírica e a reflexionante.

Segundo Valente (2005, p. 67, 68)

[...] A abstração empírica é a mais simples, permitindo ao aprendiz extrair informações do objeto ou das ações sobre o objeto, tais como, a cor, o peso e a textura do mesmo. [...] A abstração pseudo-empírica permite ao aprendiz algum conhecimento de sua ação ou do objeto. [...] Assim, tanto as abstrações empíricas quanto as pseudo-empíricas permitem ao aprendiz depreender uma ou mais propriedades daquilo que observa e estas informações podem levá-lo a depurar seu programa. Porém, o aprendiz ainda está muito dependente do resultado empírico obtido e as depurações decorrentes podem ser vistas como pequenos

ajustes, nunca como grandes mudanças conceituais. Mudanças conceituais e construção de novos conhecimentos são frutos da abstração reflexionante. Este tipo de abstração, segundo Piaget (1995), engloba dois aspectos que são inseparáveis: um definido como *reflexionamento*, que consiste em projetar (como um refletor) sobre um patamar superior aquilo que é extraído de um patamar inferior; o outro, que Piaget definiu como *reflexão*, é um ato mental de reconstrução ou reorganização sobre o patamar superior daquilo que é retirado e projetado do patamar inferior. Neste sentido, as informações provenientes das abstrações empíricas e pseudo-empíricas podem ser projetadas para níveis superiores do pensamento e reorganizadas para produzir novos conhecimentos.

Lembramos neste momento a afirmação de Rabardel (1995, p. 91) “qualquer instrumento é conhecimento”, pois o instrumento é uma entidade mista composta por uma parte artefato e outra parte esquema. Assim consideramos que estas abstrações estão relacionadas à construção/adaptação dos esquemas.

Entendemos que tanto no processo de instrumentalização quanto no de instrumentação o sujeito estará realizando abstrações empíricas, pseudo-empíricas e reflexionantes, pois ao instrumentalizar-se, a partir das depurações, o sujeito estará, mesmo que minimamente, reconstruindo ou reorganizando em níveis superiores do pensamento as informações sobre o uso do artefato. O mesmo ocorre durante a instrumentação, pois o sujeito, neste caso, estará reconstruindo ou reorganizando em seus níveis superiores do pensamento os esquemas de utilização/ação instrumentada.

No próximo capítulo apresentamos o percurso metodológico utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa.

CAPÍTULO II – PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo é composto de três momentos distintos nos quais apresentamos a opção metodológica adotada e a justificativa de nossas escolhas; o contexto em que esta pesquisa foi realizada e os sujeitos analisados; e os procedimentos para a coleta de dados.

2.1 – Metodologia da pesquisa

Considerando nosso objetivo de investigar o processo de apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, visando o ensino de matemática, optamos por uma abordagem qualitativa para esta pesquisa. Como estamos interessados em compreender como os professores se apropriam do computador para ensinar matemática, consideramos esta escolha a mais adequada uma vez que

[...] a preocupação do pesquisador, nesta abordagem, não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória, etc. (GOLDENBERG, 2005, p.14).

Para atingir este objetivo adotamos como referencial teórico a Teoria da Atividade Instrumentada de Rabardel (1995) que nos dá suporte para analisarmos o processo de apropriação do uso do computador pelo sujeito e ainda, o Ciclo de Ações e a Espiral de Aprendizagem propostas por Valente (2005) para analisarmos o desenvolvimento, por parte do sujeito, de esquemas de uso/utilização do computador que caracterizam o processo de apropriação para fins pedagógicos.

A pesquisa foi realizada com os professores de matemática que participaram de um projeto de extensão promovido pelo GETECMAT, no qual atuamos como tutor.

A participação dos encontros presenciais possibilitou a observação da metodologia utilizada no curso, da forma como os professores cursistas realizavam as atividades, interagem entre si e com os ministrantes do curso. Este espaço de pesquisa reforça nossa opção por uma abordagem qualitativa para esta pesquisa, uma vez que para Bogdan e Biklen (1994, p. 47) “a investigação qualitativa é descritiva e a fonte dos dados é o ambiente natural; há um interesse maior no processo do que nos resultados ou produtos, a

análise é realizada de forma indutiva e o significado é de importância vital na abordagem qualitativa”.

Como um dos tutores do projeto de extensão após a realização de alguns encontros convidamos cinco professores cursistas para participarem da nossa pesquisa. Deixamos claro que a participação era voluntária e que a identidade dos mesmos seria mantida em sigilo. Mesmo após a definição dos sujeitos nossa atuação no grupo continuou sendo a mesma, interagindo com todos os cursistas e não apenas com os sujeitos da pesquisa.

A análise dos dados coletados foi realizada a luz da análise de conteúdo, definida por Bardin (2011) como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 48)

Na pré-análise, que “tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso de desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise” (BARDIN, 2011, p.125), selecionamos os documentos que constituem o *corpus*¹⁴ de análise. Esse *corpus* é constituído pelos dados coletados com a observação dos encontros presenciais e das postagens realizadas no AVA do projeto de extensão, dos vídeos das atividades desenvolvidas pelos professores, dos planos de aula elaborados e das entrevistas realizadas.

Após a seleção dos documentos procedemos à leitura flutuante, que “consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 2011, p. 126), e passamos à preparação do material para análise.

Os procedimentos de preparação do material estão diretamente ligados ao tipo de documento que será analisado e compreenderam as três fases, não cronológicas, descritas a seguir:

1ª fase – postagens e participações dos sujeitos da pesquisa constantes do AVA do projeto de extensão: foi realizada uma busca em todas as postagens e participações no AVA do projeto de extensão, aquelas que se referiam aos sujeitos investigados foram agrupadas e salvas em arquivos individuais. Estes arquivos constituem documentos que

¹⁴ Segundo Bardin (2011, p. 126) “é o conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos. A sua constituição implica, muitas vezes, escolhas, seleções e regras”.

representam uma síntese das atividades desenvolvidas pelo sujeito ao longo do curso e postadas no AVA do projeto de extensão.

2ª fase – vídeo das atividades presenciais: estes vídeos foram obtidos diretamente da tela dos monitores dos computadores por meio do *software* Free Screen to Video enquanto os professores realizavam as atividades propostas. Para edição destes vídeos consideramos o que Rose (2010) afirma sobre a preparação deste tipo de material para análise e

Em vez de procurarmos uma perfeição impossível, necessitamos ser muito explícitos sobre as técnicas que nós empregamos para selecionar, transcrever e analisar os dados. Se essas técnicas forem tornadas explícitas, então o leitor possui uma oportunidade melhor de julgar a análise empreendida. [...] Um método explícito fornece um espaço aberto, intelectual e prático, onde as análises são debatidas. (ROSE, 2010, p. 345)

Assim, editamos os vídeos removendo todos os trechos em que os professores utilizaram o computador para atividades não relacionadas ao projeto de extensão, como por exemplo, acessos a conta de e-mail, sites de busca, etc. Nesta edição tivemos o cuidado de preservar os momentos de pausa nas atividades decorrentes da reflexão do professor sobre os resultados de sua ação ou da interação deste com colegas e/ou tutores. Após a edição os vídeos foram transcritos em forma de tabela¹⁵ conforme modelo abaixo.

Quadro 1: Modelo de tabela utilizada para transcrição dos vídeos das atividades desenvolvidas pelos professores para cumprir as tarefas propostas durante os encontros presenciais do projeto de extensão.

Transcrição do vídeo da resolução da tarefa do encontro presencial do projeto de extensão						
Professor:		Tarefa:			Data:	
Atividade	Ação	Classificação	Tempo de duração da ação			Observação
			Início	Fim	Duração	

Fonte: Dados da pesquisa

Antes de detalharmos o preenchimento desta tabela acreditamos ser conveniente estabelecermos a diferença entre o significado dos termos tarefa e atividade. Utilizamos estes termos seguindo a definição apresentada por Borges (2008, p. 4) na qual “tarefa e

¹⁵ As tabelas com as transcrições estão disponíveis para consulta nos Apêndices desta dissertação.

atividade são duas noções interdependentes, que se complementam”. Para a autora tarefa está relacionada às prescrições, a um objetivo a ser alcançado e são definidas pelos dirigentes, enquanto que atividade está relacionada ao conjunto de processos (que podem ser físicos, comportamentais, intelectuais e cognitivos) acionados pelo sujeito para realizar a tarefa.

Assim, quando utilizamos o termo tarefa nos referimos ao que foi proposto para os professores em cada momento do projeto de extensão (ler e discutir um texto, elaborar um planejamento, desenhar uma determinada figura, etc), já quando nos referimos à atividade estamos considerando as ações, o que foi mobilizado pelo professor para a execução da tarefa.

Vamos agora retomar o preenchimento da tabela. No campo destinado à tarefa registramos o que foi solicitado ao professor; a execução desta tarefa pode ser decomposta em várias atividades que são registradas na coluna correspondente. Como enunciado anteriormente, a atividade corresponde a um conjunto de ações por parte do professor que serão registradas na coluna “ação”. As colunas destinadas ao registro do tempo (início, fim e duração) têm como objetivo registrar o período de tempo entre o início de uma determinada ação e o início da ação seguinte, ou seja, corresponde ao tempo em que é realizado um ciclo

uso de tecnologia nas aulas de matemática sob a descrição-execução-reflexão-depuração. Na coluna “classificação”, registramos o tipo de ação do professor, considerando para isso nossos objetivos e o referencial teórico adotado, codificamos as unidades de registro da seguinte forma:

- quanto à gênese instrumental
 - Itz – ações que caracterizam a instrumentalização do sujeito
 - It – ações que caracterizam a instrumentação do sujeito
 - Ac – ações que não caracterizam instrumentação e nem instrumentalização
- quanto ao objeto matemático
 - OMA – objeto matemático adequado
 - OMI – objeto matemático inadequado

Consideramos objeto matemático adequado (OMA) as expressões algébricas que representam a solução da tarefa, enquanto que os objetos matemáticos inadequados são

aquelas expressões algébricas, que mesmo não contendo nenhum erro, não solucionam a tarefa.

E, finalmente, na coluna “observação”, registramos as observações que realizamos durante os encontros presenciais e que podem nos auxiliar a responder nossa questão de pesquisa.

Continuando a preparação do material para análise definimos as **atividades** como unidades de contexto que segundo Bardin (2011, p. 137) “serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da unidade de registro) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” e as **ações** como unidades de registro que é “a unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2011, p. 134).

Após esta preparação dos vídeos passamos para a próxima fase.

3ª fase – entrevistas: transcrição das entrevistas realizadas com os sujeitos.

Com o *corpus* devidamente organizado e preparado passamos para a fase de análise de dados considerando nosso objetivo procuramos identificar e analisar dificuldades relacionadas ao uso do computador por professores de matemática para o ensino de matemática e analisar qual a influência dos conhecimentos específicos do professor de matemática em seu processo de instrumentação para a integração do computador em sua prática pedagógica.

2.2 – O contexto e a escolha dos sujeitos da pesquisa

Com base nos resultados da pesquisa de Coraça (2010) e de experiências anteriores de cursos destinados à formação continuada de professores para o uso de tecnologia o Grupo de Estudos de Tecnologia e Educação Matemática (GETECMAT) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, desenvolveu o projeto de extensão denominado Formação de Multiplicadores no Uso de Tecnologia Educacional Matemática¹⁶, o qual será designado como curso a partir desse momento.

¹⁶ Coordenado pela Profa. Dra. Marilena Bittar.

O curso com uma carga horária de noventa horas aula foi oferecido com o objetivo de realizar estudos sobre o uso de computadores para o ensino de matemática com professores de matemática da educação básica que também atuam nas salas de tecnologia educacional; analisar alguns *softwares* destinados ao ensino de matemática e contribuir com a integração do computador à prática pedagógica de professores de matemática por meio de momentos de elaboração; aplicação e análise de atividades com *softwares* educacionais de matemática.

Este curso, embora utilize a metodologia de formação de multiplicadores, apresenta uma abordagem diferenciada dos cursos que Coraça (2010) cita e critica em sua pesquisa, uma vez que ao contrário daqueles, este curso tem como objetivo proporcionar ao cursista, que é um professor de matemática, vivenciar o processo de gênese instrumental na perspectiva construcionista. Dessa forma, espera-se que esse cursista integre o computador em sua prática pedagógica e seja um multiplicador desses conhecimentos para os demais professores de matemática de sua escola.

A exemplo da pesquisa desenvolvida por Bittar (2007), este curso foi concebido de forma a proporcionar uma formação continuada ao professor de matemática do ensino básico “de modo que esse vivencie, no curso de formação, suas dificuldades e problemas do dia-a-dia e durante um período de tempo que seja suficiente para o amadurecimento das discussões acerca das situações vivenciadas” (BITTAR; GUIMARÃES; VASCONCELLOS, 2008, p. 87). Desta forma a intenção foi de criar um espaço em que professores, tutores e cursistas pudessem discutir, analisar e refletir o perspectiva desta ser um instrumento capaz de contribuir para a aprendizagem matemática.

O curso teve como público alvo os professores de matemática do ensino fundamental e médio da Rede Estadual de Ensino (REE)¹⁷ e da Rede Municipal de Educação de Campo Grande (REME) que além da regência de sala de aula também atuam como Professor Gerenciador de Tecnologias Educacionais e Recursos Midiáticos (da REE), o Professor Coordenador das Tecnologias Educacionais (da REME) e técnicos do Núcleo de Tecnologia Educacional (da REE) e da Divisão de Tecnologia Educacional (da REME). Foram disponibilizadas 56 (cinquenta e seis) vagas para professores cursistas. Estes professores foram divididos em duas turmas, uma com encontros presenciais realizados nas

¹⁷ Destinado a professores lotados nas escolas localizadas na cidade de Campo Grande.

segundas-feiras no período vespertino das 15 horas às 17 horas e outra nas terças-feiras no período matutino das 9 horas às 11 horas.

O curso funcionou em um formato de educação bimodal, com encontros presenciais e a distância em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). A principal característica desta modalidade de curso é o fato de que as atividades realizadas no ambiente virtual são uma continuação das atividades realizadas nos momentos presenciais e vice versa. O ambiente virtual não funciona apenas como um repositório de textos de referência e de atividades executadas pelos cursistas, desta forma o AVA torna-se um espaço privilegiado de interação entre cursistas, professores e tutores (SCHERER, 2005).

Segundo o cronograma de execução do curso, as atividades ocorreram no período de maio de 2011 a abril de 2012. No mês de maio de 2011 foram realizadas reuniões dos membros do GETECMAT quando foram definidas as atividades e o calendário dos encontros presenciais do curso, e no mês de abril de 2012 foram elaborados os relatórios referentes ao curso.

O curso foi constituído de 13 (treze) encontros presenciais, assim distribuídos: dois encontros nos meses de junho, agosto, setembro e novembro de 2011, assim como no mês de março de 2012; um encontro presencial nos meses de outubro e dezembro de 2011 e de fevereiro de 2012. Nos meses de julho de 2011 e janeiro de 2012 não foram realizados encontros presenciais.

No AVA foram criados sete fóruns para discussão dos textos de referência e das atividades realizadas durante os encontros presenciais, além de outros sete fóruns para a postagem e discussão dos planejamentos e atividades que foram realizadas na parte não presencial do curso.

O Quadro 2 apresenta a síntese do desenvolvimento do curso Formação de Multiplicadores no Uso de Tecnologia Educacional Matemática.

Quadro 2 – Síntese do curso Formação de Multiplicadores no Uso de Tecnologia Educacional Matemática

Data	Encontro	Objetivo
14/06/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - apresentar os professores e tutores do curso; - apresentar o cronograma, metodologia, critérios de avaliação do curso - cadastrar os cursistas no AVA e expor a organização do ambiente; - apresentação dos cursistas com exposição de suas expectativas

		em relação ao curso.
14/06/2011 a 28/06/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - realizar uma breve apresentação pessoal no fórum “quem somos”; - ler os textos disponíveis na <i>webteca</i>¹⁸ e participar do fórum “dialogando sobre a escolha do <i>software</i> e a atitude do professor”.
28/06/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - discutir as abordagens construcionista e instrucionista para o uso de <i>software</i> no ensino de matemática; - destacar a importância do planejamento das aulas realizadas nas salas de tecnologia educacional; - os cursistas, utilizando o <i>software</i> Logo¹⁹, a construíram um triângulo equilátero; - discutir quais conceitos matemáticos foram mobilizados para a realização da construção.
28/06/2011 a 03/08/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - acessar e participar do fórum “propostas com Logo”; - apresentar um planejamento de atividade, para ser desenvolvida com os alunos na escola, utilizando o <i>software</i> Logo; - participar das discussões sobre as propostas apresentadas;
03/08/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - apresentação, por parte dos coordenadores do curso, de uma avaliação do andamento do curso destacando: a baixa frequência nas atividades no AVA e a falta de interação entre cursistas e destes com os tutores; - relato, dos cursistas, sobre os problemas no acesso ao AVA, da adaptação a metodologia do curso e da dificuldade em conciliar as atividades do curso com outros projetos que deveriam desenvolver nas escolas; - apresentação, pelos tutores do curso, um roteiro para elaboração de um planejamento de aula para sala de tecnologia e discutida a sua importância para o ensino de matemática.
03/08/2011 a 23/08/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - realizar as atividades pendentes; - acessar a <i>webteca</i> e ler o texto sobre abordagens do uso de computadores em aulas de matemática; - participar do fórum “abordagens do uso de computadores em aulas de matemática”.

¹⁸ Espaço disponível no AVA para arquivar os textos de referência e outros documentos importantes para o andamento do curso.

¹⁹ Desenvolvido por Seymour Papert, educador matemático, nos anos sessenta, foi adaptada para o português em 1982, na Unicamp, pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação é uma linguagem que vem sendo utilizada para trabalhar com crianças e adolescentes. Tem como principal diferença em relação a outras linguagens de programação o fato de que foi desenvolvida para ser usada por crianças e para que as crianças possam, com ela, aprender outras coisas. A linguagem Logo vem embutida em uma filosofia da educação não diretiva, de inspiração piagetiana, em que a criança aprende explorando o seu ambiente. Ao mesmo tempo é uma linguagem simples, porque é fácil de aprender, e poderosa, porque tem recursos sofisticados (<http://projetologo.webs.com/texto1.html>).

23/08/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - discutir algumas sugestões de atividades utilizando o <i>software</i> Logo; - destacar, com relação ao planejamento de atividades, a importância da coerência entre objetivos, desenvolvimento e avaliação para que esta oportunize ao estudante um momento de aprendizagem; - propor uma tarefa utilizando o <i>software</i> Logo e discutir os conceitos matemáticos necessários para a sua realização.
23/08/2011 A 13/09/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - apresentar o planejamento de uma atividade utilizando o <i>software</i> Logo, tendo como base as discussões realizadas no encontro presencial; - participar dos fóruns abertos nos encontros anteriores.
13/09/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - analisar e discutir os planejamentos das atividades com o <i>software</i> Logo
13/09/2011 a 27/09/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - executar as correções necessárias, de acordo com as discussões e sugestões do encontro presencial, e postar o planejamento da atividade com o <i>software</i> Logo no AVA.
27/09/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - realizar a tarefa de desenhar um barco navegando utilizando para isso o <i>software</i> GrafEq²⁰; - discutir quais conceitos matemáticos foram mobilizados para a execução da atividade realizada.
27/09/2011 a 18/10/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - participar do fórum destinado a discutir as dificuldades encontradas para a realização da tarefa de desenhar o barco; - planejar uma atividade, para ser executada com os alunos na escola, utilizando o <i>software</i> GrafEq.
18/10/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - apresentação e discussão dos planejamentos de algumas atividades utilizando o GrafEq; - realizar a tarefa de desenhar um <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq; - discutir quais conceitos matemáticos foram mobilizados para desenhar o <i>Smile</i>.
18/10/2011 a 1/11/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - participar do fórum sobre as dificuldades encontradas para realizar a tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o <i>software</i> GrafEq; - participar do fórum proposto para refletir sobre o andamento do curso e a baixa participação dos cursistas no AVA; - adequar o planejamento da atividade utilizando o <i>software</i> GrafEq ao que foi discutido no encontro presencial e postar o

²⁰ Software livre, normalmente é utilizado para plotagem de gráficos de funções representadas em forma de equações em coordenadas cartesianas ou polares e de inequações. Permite estudar de modo atraente o domínio de funções, o ajuste de curvas por determinados pontos do plano e a representação de regiões do plano definidas por inequações. Disponível para download em <<http://getecmat.blogspot.com>>

		planejamento no AVA.
1/11/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - discutir algumas dificuldades relatadas pelos cursistas na realização da tarefa de desenhar o <i>Smile</i> utilizando o GrafEq; - propor o desenho de um esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq; - discutir os conceitos matemáticos mobilizados e as dificuldades relacionadas a execução da tarefa.
1/11/2011 a 22/11/2011	a distância	<ul style="list-style-type: none"> - finalizar e postar os planejamentos de atividades utilizando o <i>software</i> GrafEq; - participar do fórum para discutir as dificuldades na execução da tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq; - participar do fórum proposto para refletir sobre o andamento do curso e a baixa participação dos cursistas no AVA;
22/11/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - utilizar o <i>software</i> Geogebra²¹ para construções geométricas – triângulo equilátero e quadrado; - discutir sobre os conceitos matemáticos mobilizados e as dificuldades para a realização das tarefas;
22/11/2011 a 6/12/2011	a distância	- participar do fórum comparando os diferentes diferentes conceitos matemáticos que são mobilizados para realizar uma mesma construção geométrica (triângulo equilátero) utilizando <i>softwares</i> diferentes (Logo e Geogebra)
6/12/2011	Presencial	<ul style="list-style-type: none"> - utilizar o <i>software</i> Geogebra para plotar gráficos de funções; - analisar propriedades que podem ser estudadas com o uso do <i>software</i>.
6/12/2011 a 20/12/2011	a distância	- apresentar o planejamento de uma atividade, para ser desenvolvida com os alunos na escola, utilizando o <i>software</i> Geogebra.
20/12/2011 a 14/02/2012		Recesso
14/02/2012	Presencial	- orientações sobre o planejamento final de uma atividade para ser realizada na escola com os alunos utilizando um dos <i>softwares</i> estudados durante o curso
14/02/2012 a 14/03/2012	a distância	- elaborar o planejamento final
14/03/2012	Presencial	- analisar e discutir os planejamentos
14/03/2012	a	- finalizar os planejamentos considerando as sugestões

²¹ Software multiplataforma gratuito de matemática dinâmica criado por Markus Hohenwarter, utilizado para o ensino e aprendizagem da matemática nos vários níveis de ensino. Reúne recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente.

a 27/03/2012	distância	apresentadas no encontro presencial - encaminhar o planejamento para avaliação final
27/03/2012	Presencial	- realizar avaliação do curso e discutir encaminhamentos para novas ações.

Fonte: Dados da pesquisa.

Seguindo uma divisão das tarefas entre os integrantes do GETECMAT responsáveis pela implementação do curso recebemos a atribuição de atuar como tutor dos cursistas da turma 1.

Dentre os vinte e seis cursistas desta turma deveríamos selecionar e convidar cinco que seriam os sujeitos de nossa investigação. Utilizamos como critério para seleção o fato de o cursista ser professor regente em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, preferencialmente da REME. Definimos este critério em função de atualmente estarmos trabalhando com a formação continuada destes profissionais da REME e por acreditarmos que os resultados dessa pesquisa podem contribuir com nossa formação como formador de professores.

Com base no critério definido acompanhamos e analisamos a participação dos cursistas nos quatro primeiros encontros presenciais e então realizamos os convites, deixando claro que a aceitação não implicaria na realização de nenhuma atividade diferente daquelas solicitadas aos demais cursistas e que suas identidades seriam preservadas. Após os esclarecimentos de como seria conduzida a pesquisa, as professoras Ana, Bianca, Julia, Laura e Paula²² aceitaram participar de nossa pesquisa.

Após o sexto encontro presencial as professoras Bianca e Laura abandonaram o curso e desta forma continuamos nossa investigação apenas com três sujeitos: Ana, Julia e Paula.

²² Todos os nomes são fictícios. Optamos por utilizar nomes fictícios em detrimento de designações genéricas como P1, P2, etc. por acreditarmos que, embora suas identidades sejam preservadas, estes sujeitos imprimem suas características, crenças e práticas, por isso devemos respeitar sua personalidade e não os designarmos como objetos.

2.2.1 – Os sujeitos da pesquisa

A professora Ana, concluiu a graduação em Matemática licenciatura plena no ano de 1998, possui pós-graduação “*Lato Sensu*” em Organização do Trabalho Pedagógico em Educação Matemática do Professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental, atua como professora regente em turmas dos anos finais do ensino fundamental da Rede Municipal de Educação de Campo Grande e em turmas de Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino. No período em que foi realizado o projeto de extensão era técnica em sala de tecnologia educacional de uma escola estadual. Atualmente é professora regente em escolas das redes de ensino estadual e municipal.

A professora Paula é graduada em matemática licenciatura plena e no período em que foi realizada a coleta de dados atuava como professora regente em turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola da rede estadual de ensino e como técnica em sala de tecnologia educacional de uma escola estadual. Paula deixou de frequentar o curso no mês de novembro de 2011 após ter sido eleita gestora de uma escola estadual.

Com graduação em Matemática licenciatura plena, Julia possui pós-graduação “*Lato Sensu*” em Coordenação do Trabalho Pedagógico na Escola. No período em que foi realizada a pesquisa atuava como professora regente em turmas dos anos finais do ensino fundamental da Rede Municipal de Educação de Campo Grande e era técnica em sala de tecnologia educacional de uma escola estadual. Atualmente é Coordenadora Pedagógica em uma escola municipal e professora regente em uma escola estadual.

Para finalizar este tópico gostaríamos de justificar que o fato de todos os sujeitos de nossa investigação serem do sexo feminino deve-se a recusa de cursistas do sexo masculino, que se enquadravam em nosso critério de seleção, em participar da pesquisa.

2.3 – Procedimentos metodológicos para a coleta de dados

2.3.1 – Observação

A participação como tutor do projeto de extensão possibilitou a realização da observação dos encontros presenciais e a distância do curso. Os registros das observações foram realizados de forma livre, ou seja, não havia comportamentos pré-determinados que deveriam ser observados. Foram registrados fatos e comportamentos relacionados aos

objetivos da pesquisa e que poderiam ser utilizados, por exemplo, na triangulação de alguma informação coletada por outro método.

2.3.2 – Análise de imagens

As interações professor-computador realizadas durante os encontros presenciais foram registradas por meio da captação das imagens dos monitores dos computadores. Para isso utilizamos o *software* Free Screen to Vídeo²³ que grava em vídeo todas as ações registradas na tela do computador. A análise de imagens em movimento “abrange um conjunto de conceitos e técnicas que podem servir de orientação na análise de muitas representações sociais no mundo audiovisual” (ROSE, 2010, p. 343). Segundo a autora a transcrição dos vídeos translada e simplifica a complexidade da imagem gerando um conjunto de dados que comportam uma codificação e análise cuidadosa.

No próximo capítulo apresentamos a análise das tarefas desenvolvidas pelos sujeitos no sexto, sétimo e oitavo encontros presenciais nos quais foi utilizado o *software* GrafEq visando seu uso para o ensino de matemática.

²³ Disponível em <http://www.baixaki.com.br/download/free-screen-to-video.htm>

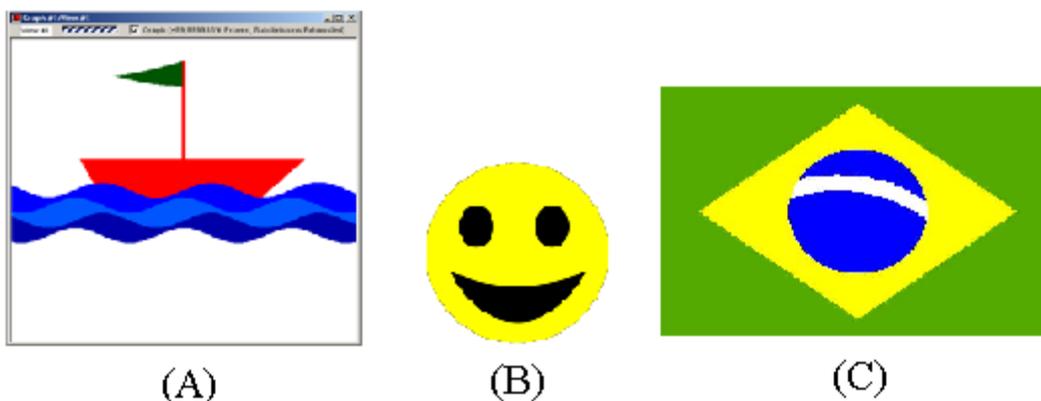
3 – ANÁLISE DOS DADOS

Analizamos as atividades realizadas no sexto, sétimo e oitavo encontros presenciais nos quais os sujeitos deveriam utilizar o *software* GrafEq para a realização de três tarefas, sendo uma em cada encontro.

No sexto encontro presencial foi solicitado aos cursistas que utilizando o GrafEq fosse desenhado um barco (Figura 3A). Neste encontro devido a um problema de configuração do *software* Free Screen to Video não conseguimos capturar as imagens das telas dos monitores dos computadores utilizados pelos cursistas para a realização da tarefa, assim analisamos a realização da tarefa com base na observação das ações dos sujeitos.

As tarefas solicitadas no sétimo e oitavo encontros presenciais, respectivamente, foram o desenho do “Smile” (Figura 3B) e o desenho do esboço da Bandeira do Brasil (Figura 3C). Estas tarefas foram analisadas com base nas imagens capturadas das telas dos monitores dos computadores dos sujeitos com o *software* Free Screen to Video e nas observações das ações dos sujeitos.

Figura 3 – Tarefas propostas para utilização do *software* GrafEq: (A) Barco; (B) “Smile” e (C) esboço da Bandeira do Brasil



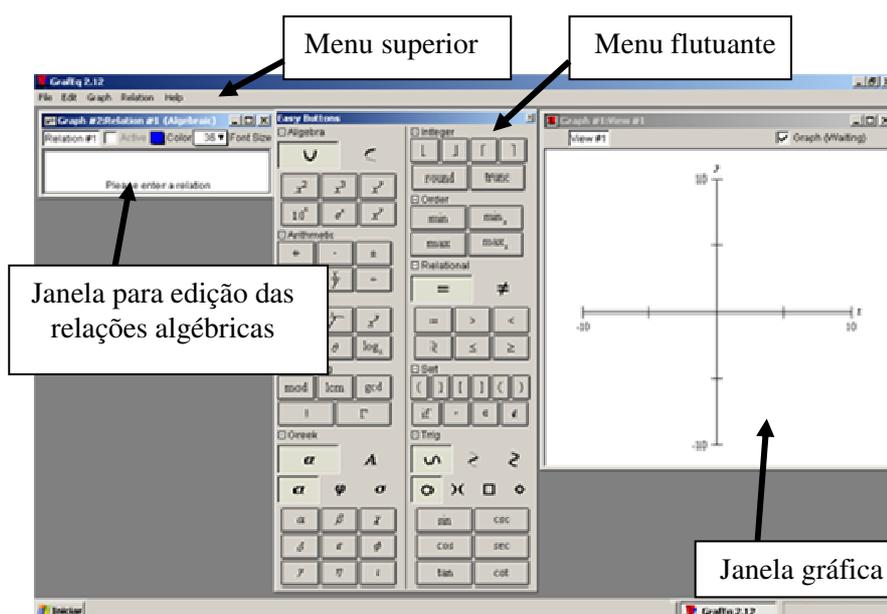
Fonte: Dados da pesquisa

Como mencionado anteriormente os encontros presenciais foram realizados sob uma abordagem construcionista na qual o objetivo é “ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (PAPERT, 2008, p. 134), ou seja, sob a abordagem construcionista a função dos professores e tutores não é dar as respostas, mas sim realizar intervenções que orientem os sujeitos a refletirem sobre suas ações.

Desta forma era esperado que os sujeitos mobilizassem os conhecimentos matemáticos necessários para o desenvolvimento das tarefas, identificassem e utilizassem os recursos disponíveis no *software* para esse fim.

O GrafEq é um *software* aberto com uma interface amigável que permite estudar o domínio de funções, o ajuste de curvas por determinados pontos do plano e a representação de regiões do plano definidas por inequações. Possui uma interface simples (Figura 4) com uma barra de menu superior e uma área de trabalho onde são abertas janelas para a digitação das relações algébricas além de um menu flutuante²⁴ com comandos para edição das relações. Normalmente é utilizado para plotagem de gráficos de funções, equações e inequações representadas em forma de coordenadas cartesianas ou polares. É nesta área de trabalho que também são plotados, em uma janela específica, os gráficos resultantes das relações algébricas.

Figura 4 – Interface do *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

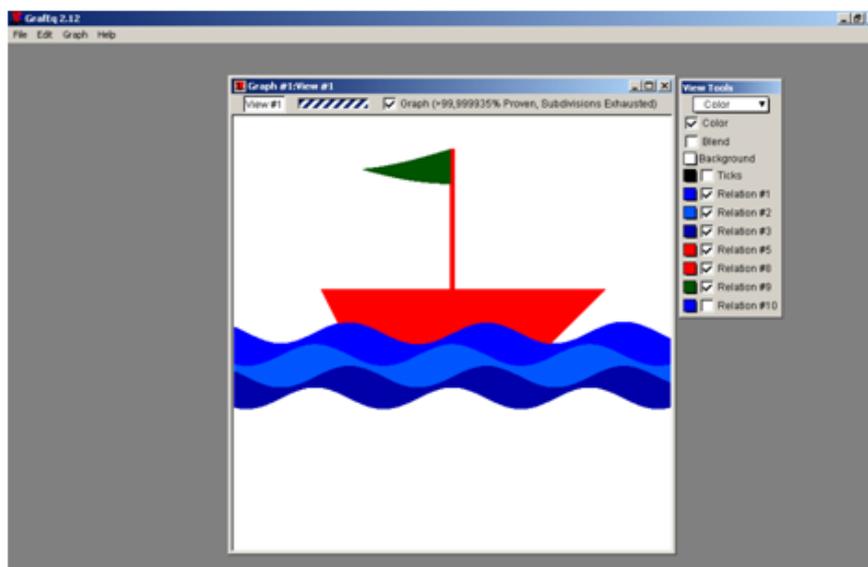
A seguir apresentamos as análises individuais dos sujeitos, pois a gênese instrumental é um processo cognitivo de desenvolvimento de esquemas para a utilização de um determinado artefato para o cumprimento de uma tarefa e isso depende de características individuais não passíveis de comparações.

²⁴ O menu flutuante que nos referimos é o “easy buttons” que permite o acesso rápido a símbolos matemáticos para a edição das relações que serão plotadas.

3.1 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar um barco utilizando o *software* GrafEq

No sexto encontro presencial do curso foi apresentado o *software* GrafEq e proposto aos professores desenharem um barco navegando (Figura 5) utilizando este *software*.

Figura 5 – Barco desenhado com o *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

Para a composição deste desenho esperava-se que as professoras identificassem a necessidade de mobilizar os conceitos matemáticos relativos às funções polinomiais do 1º grau (crescente, decrescente e constante) para desenhar o barco, funções trigonométricas (seno ou cosseno) para desenhar as ondas e ainda, inequações do 1º grau e sistemas de inequações do 1º grau para definir qual região seria preenchida.

Em função de não termos a gravação das imagens da tela do monitor do computador durante a realização da tarefa não temos como explicitar as relações utilizadas por Ana, Paula e Julia nas atividades. A observação realizada durante o encontro é que nos possibilita inferir que as professoras estão em processo de transformação do artefato em instrumento e que a apropriação do *software* depende diretamente do tipo de tarefa dada e dos conhecimentos de conceitos matemáticos necessários a sua realização.

A seguir descrevemos e analisamos como cada uma das três professoras desenvolveu esta tarefa utilizando o *software* GrafEq.

3.1.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o barco utilizando o *software* GrafEq

No primeiro momento, quando foi proposta a tarefa, Ana mostrou-se apreensiva, pois o que conhecia do *software* era o que tinha sido exposto na apresentação do mesmo no início do encontro. Nesse momento o *software* era, para ela, um artefato tecnológico que precisava ser apropriado para a realização da tarefa proposta.

Com a interface do *software* na tela do computador, Ana deu início a exploração de suas potencialidades, procurando identificar a localização e a função dos comandos disponíveis na barra de menu e no menu flutuante. Pode-se dizer que neste momento tem início o processo de gênese instrumental, pois Ana está investigando os componentes do artefato, ou seja, tem sua atenção centrada no funcionamento do *software* e está desenvolvendo esquemas para o uso deste artefato. Estas ações caracterizam um processo de instrumentalização definido por Rabardel (1995) como uma das dimensões da gênese instrumental.

A metodologia utilizada durante os encontros presenciais não previa atividades de “familiarização” com o *software*, ou seja, não havia um momento destinado apenas à investigação das características e funcionamento do *software*. Isso fez com que o processo de investigação e apreensão do *software*, que caracteriza a instrumentalização (desenvolvimento dos esquemas de uso) ocorresse simultaneamente à execução da tarefa proposta, ou seja, Ana também desenvolveu os primeiros esquemas de ação instrumentada ao realizar descrições de funções para cumprir a tarefa de desenhar o barco. Estas ações caracterizam outra dimensão da gênese instrumental: a instrumentação.

Observamos, conforme Rabardel (1995, p. 138), que “os dois processos contribuem conjuntamente para o surgimento e evolução dos instrumentos ainda que, conforme as situações, um deles pode ser mais desenvolvido, dominante ou o único utilizado”.

Nos primeiros momentos observamos que as ações desenvolvidas por Ana caracterizam, de forma predominante, o processo de instrumentalização, uma vez que, embora Ana tenha realizado, em parte, a tarefa proposta, ela dedicou-se mais a exploração do *software*.

Considerando o resultado das atividades desenvolvidas por Ana podemos inferir que ela desenvolveu esquemas de utilização do *software* (instrumentação) suficientes para

cumprir, em partes, a tarefa proposta de forma que este já se encontra em um processo de transformação em instrumento para a realização da tarefa dada, segundo a definição de Rabardel (1995).

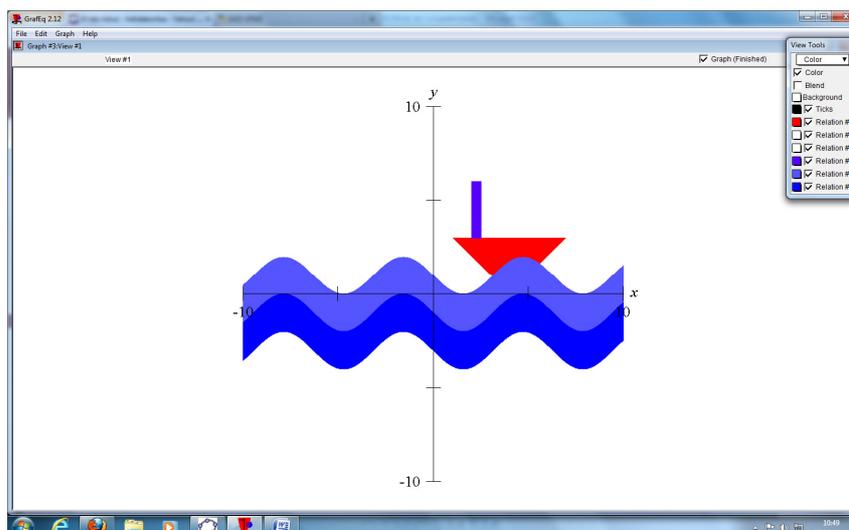
Observamos que a maior dificuldade que Ana apresentou para realizar a tarefa proposta não estava relacionada à utilização do *software*, mas a conhecimentos matemáticos. Ana teve dificuldade, inicialmente, em identificar o tipo de função que deveria ser utilizado para desenhar as ondas do mar e como utilizar as propriedades de tais funções para que a representação gráfica das mesmas formasse o desenho proposto. Este fato nos leva a inferir que tais dificuldades possam estar relacionadas ao conhecimento matemático de Ana.

Para o preenchimento do desenho, observamos que Ana tenta, inicialmente, aplicar esquemas familiares desenvolvidos na utilização de outros *softwares*. Isso fica caracterizado pela busca por ferramentas de preenchimento nos menus sendo que estas não estão disponíveis no GrafEq. Esta tentativa frustrada gera outra dificuldade, também relacionada ao domínio de conteúdos matemáticos, em perceber que as regiões preenchidas do desenho poderiam estar relacionadas às relações algébricas utilizadas para composição do desenho.

Somente por meio das interações com os demais cursistas e das intervenções dos professores e tutores é que Ana percebeu que, neste caso, com este *software*, o conceito matemático adequado para realizar o preenchimento da figura são as inequações. Assim passou a utilizar inequações para definir as regiões que deveriam ser preenchidas.

Nesta fase de realização da tarefa percebemos que emergem novos problemas relacionados aos conceitos matemáticos, pois Ana definiu de forma inadequada as regiões que deveriam ser preenchidas sendo necessárias várias descrições até que conseguisse o preenchimento das regiões desejadas. Mesmo com tais dificuldades, Ana conseguiu realizar, em parte, a tarefa proposta (Figura 6).

Figura 6 – Barco desenhado por Ana utilizando o *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

3.1.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o barco utilizando o *software* GrafEq

Por meio desta tarefa Paula teve seu primeiro contato com este *software*. Após a breve apresentação do GrafEq, realizada por um dos tutores do curso, ela passou a investigar os menus de comando do *software* procurando identificar a localização e a função de cada um dos comandos.

Pode-se caracterizar este momento como o princípio do processo de gênese instrumental de Paula para a utilização do *software* GrafEq, conforme definido por Rabardel (1995).

Verifica-se inicialmente que sua atenção está centrada na investigação e apreensão do *software* desenvolvendo, desta forma, os primeiros esquemas de uso, estas ações indicam a ocorrência do processo de instrumentalização. Ao mesmo tempo a necessidade de desenhar o barco faz com que sejam descritas as primeiras relações matemáticas. Tais descrições representam os primeiros esquemas de ação instrumentada, que caracterizam o processo de instrumentação.

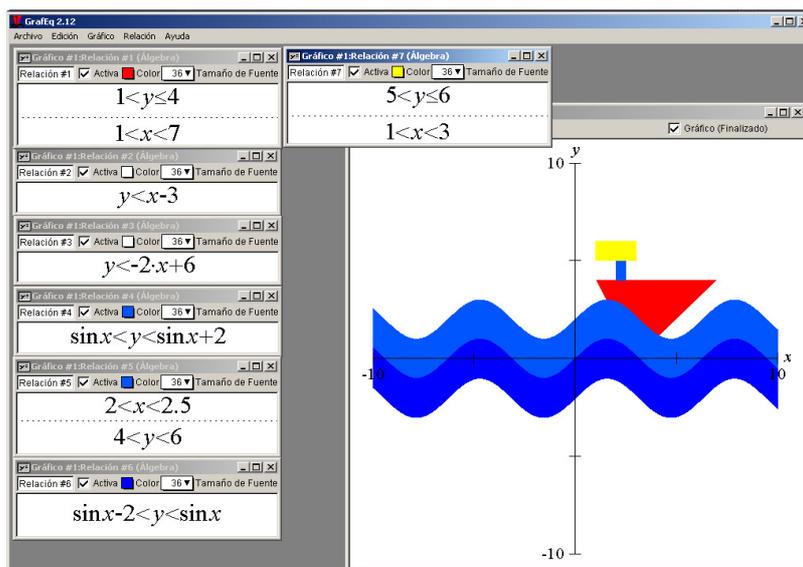
Podemos inferir que a partir deste momento, para Paula, o GrafEq deixa de ser um artefato tecnológico e começa a tornar-se um instrumento, segundo a definição apresentada por Rabardel (1995).

Observamos que Paula não teve dificuldade em localizar e utilizar os diversos comandos disponíveis nos menus do *software*, porém teve dificuldade para identificar

quais elementos matemáticos seriam utilizados para compor cada parte do desenho. Por este motivo necessitou recorrer aos colegas e tutores para perceber que as ondas do mar eram desenhadas utilizando-se funções trigonométricas (função seno e/ou cosseno) e que o preenchimento das regiões era obtido por meio de inequações do 1º grau.

Pode-se observar na Figura 7 o resultado das atividades desenvolvidas por Paula.

Figura 7 – Barco desenhado por Paula utilizando o *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

Pelo resultado das atividades desenvolvidas podemos inferir que Paula encontra-se em um processo de apropriação do *software* e que desenvolveu esquemas suficientes para cumprir a tarefa proposta, ou seja, os esquemas de utilização e os esquemas de ação instrumentada que caracterizam o processo de gênese instrumental no qual o GrafEq começa a tornar-se um instrumento, segundo Rabardel (1995).

3.1.3 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o *Smile* utilizando o *software* GrafEq

Na realização desta tarefa percebemos que Julia teve maior dificuldade em reconhecer que as ondas do mar poderiam ser desenhadas utilizando-se funções trigonométricas (função seno e/ou cosseno), já com relação ao restante do desenho em que deveria utilizar funções polinomiais do 1º grau ela não teve dificuldade em identificar a necessidade deste objeto matemático.

No que diz respeito ao *software* GrafEq Julia não o conhecia, por isso acompanhou com muita atenção a breve apresentação realizada por um dos tutores do curso. Nesta situação, considerando as definições de Rabardel (1995), pode-se afirmar que, para Julia, o *software* tratava-se de um artefato tecnológico.

Considerando que no curso não havia, durante os encontros presenciais, momentos destinados apenas para a familiarização dos *softwares*, pois isso deveria ocorrer concomitantemente a realização da tarefa proposta, Julia deu início a resolução da tarefa.

Julia começa a resolução da tarefa pelo desenho do barco. Para isso insere na janela de relações a lei de uma função polinomial do 1º grau e para plotar o gráfico, acessa o menu de comandos e selecionando cada um dos itens, analisa as opções disponíveis, procura também no menu flutuante o comando para que o *software* gere o gráfico da função. Não localizando o comando, observou que um colega inseriu a relação, acionou a tecla “enter” e obteve um menu para escolher qual tipo de gráfico gostaria e na sequência surge na área de trabalho a janela gráfica com a representação da relação digitada. Julia direciona o cursor do mouse para a janela onde digitou a função e tecla “enter” obtendo a janela para escolher o tipo de gráfico e em seguida o gráfico da função.

Percebemos o início do processo de gênese instrumental de Julia, pois é possível identificar a instrumentalização, desenvolvimento de esquemas de uso do *software*, e a instrumentação, utilização de esquemas de ação instrumentada para a realização da tarefa proposta. Segundo Rabardel (1995) esses são os dois componentes da gênese instrumental e ocorrem de forma imbricada, sendo que em alguns momentos um seja mais evidente que o outro.

A definição das funções polinomiais do 1º grau cujos gráficos limitavam a região que representava o barco não foi um processo demorado. Julia percebeu que deveria indicar a variação nos valores de “x” e/ou “y” para determinar segmentos de reta na janela gráfica. Ela teve dificuldade em perceber que o preenchimento deveria ser feito utilizando também um objeto matemático: as inequações.

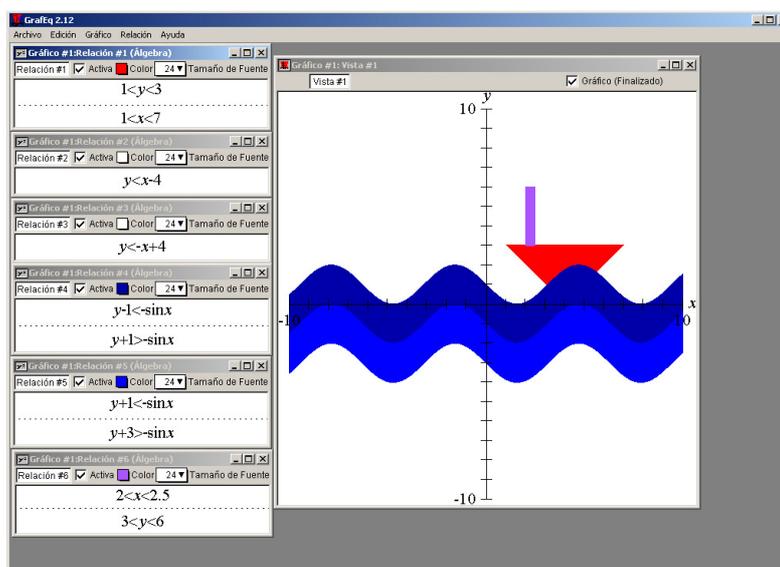
Observamos que Julia procurou no menu de comandos e no menu flutuante algum comando com o qual fosse possível colorir o barco desenhado. Esta ação representa a tentativa de empregar um esquema já desenvolvido na utilização de outro *software* (instrumento) para a realização da atividade de preencher uma região, segundo Rabardel (1995) isso representa a tentativa de utilização de esquemas familiares.

Após conversar com os colegas e tutores Julia percebe que utilizando inequações define as regiões que seriam preenchidas.

Na realização desta tarefa percebemos que Julia teve maior dificuldade em utilizar de forma apropriada os objetos matemáticos necessários do que para investigar e localizar no *software* os comandos necessários para a tarefa.

Na Figura 8 podemos observar o resultado da tarefa realizada por Julia.

Figura 8 – Barco desenhado por Julia utilizando o *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

3.2 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o *software* GrafEq

No sétimo encontro presencial foi proposta a segunda tarefa utilizando o GrafEq: desenhar um “Smile” (Figura 9).

Figura 9 – Smile desenhado com o *software* GrafEq



Fonte: Dados da pesquisa

Para a análise do desenvolvimento desta tarefa contamos com as imagens das atividades capturadas da tela do monitor do computador utilizando para isso o *software* Free Screen to Video.

As imagens foram transcritas com a finalidade de gerar um conjunto de dados que possam ser codificados e analisados cuidadosamente (ROSE, 2010, p. 348). A transcrição foi realizada utilizando a tabela apresentada anteriormente (Quadro 1) na qual cada linha representa uma descrição (ação) do sujeito. A descrição, conforme Valente (2005), é a utilização, pelo sujeito, de uma linguagem reconhecida pelo *software* para descrever uma possível solução do problema.

Realizada a transcrição definimos seis unidades de análise (atividades para realização do desenho) considerando as descrições realizadas: face; olho direito; olho esquerdo; sorriso; e outras descrições.

O resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas em cada uma das unidades de análise para a resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq, é apresentado em tabelas, considerando para isso os dados transcritos do vídeo capturado das imagens do monitor do computador durante a realização da tarefa.

Apresentaremos a seguir a análise, de cada uma das professoras, da realização da tarefa de desenhar o *Smile*.

3.2.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o *Smile* utilizando o *software* GrafEq

Na análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o *Smile* utilizando o *software* GrafEq, além das cinco unidades que fazem parte do desenho proposto incluímos uma sexta unidade de análise, pois Ana inseriu mais um elemento ao desenho após ver o *Smile* produzido por um de seus colegas: o nariz. Este elemento foi representado por uma forma elíptica. Após a conclusão da tarefa Ana realiza um estudo sobre a representação gráfica da elipse utilizando o *software* GrafEq. Resolvemos então, analisar também este estudo realizado definindo como mais uma unidade de análise.

Tabela 1 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar a face do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	31	46,97
	It	21	31,82
	Ac	14	21,21
	Total	66	100
Objeto Matemático	Adequado	7	33,33
	Inadequado	14	66,67
	Total	21	100
Duração da atividade		32 min 52 seg	35,67*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

A primeira atividade realizada por Ana foi o desenho da face de “Smile”, por meio da tabela 1, pode-se perceber que do total de 66 descrições realizadas 31 estão relacionadas ao desenvolvimento/uso de esquemas para a utilização do *software* (instrumentalização). Por exemplo: investiga o menu de comandos; seleciona o comando novo gráfico no menu; fecha a janela de “botões fáceis”; etc.

Observamos que 21 descrições estão relacionadas a esquemas para o uso do *software* para a resolução da tarefa proposta (instrumentação). Entre estas descrições podemos citar como exemplo as duas primeiras nas quais Ana utiliza objetos matemáticos inadequados (OMI) para a solução da tarefa:

Insera uma nova relação, digita $y = \text{sen } x$ e plota gráfico

...

Edita $y = \text{sen } x$, digita $y = x$ e plota o gráfico

(Transcrição das imagens – Anexo A)

Acreditamos que Ana tenha utilizado estas duas funções devido ao seu uso na tarefa anterior.

As 14 descrições restantes referem-se ao acesso de arquivos e sites da internet realizados com a finalidade de pesquisar sobre o objeto matemático necessário para a realização da tarefa, neste caso a equação da circunferência.

Para desenhar a face do “Smile” Ana poderia utilizar a equação reduzida da circunferência (i) e para preencher a região interna desta circunferência deveria transformar a igualdade em uma desigualdade, ou seja, a região a ser preenchida deveria ser menor ou igual ao do raio da circunferência (ii),

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \quad (i)$$

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 \leq r^2 \quad (ii)$$

onde (a, b) é a coordenada do centro da circunferência e r o seu raio.

Ana realizou nesta atividade 21 descrições utilizando algum tipo de relação algébrica, sendo que destas 14 foram com objetos matemáticos inadequados para a solução desejada, ou por não ser a equação da circunferência ou por apresentar alguma definição de intervalo que não correspondia à área que deveria ser preenchida. O extrato das transcrições das imagens, apresentado a seguir, nos permite observar algumas destas relações:

Digita $y = \text{sen } x$ e plota o gráfico

...

Edita $y = \text{sen } x$, digita $y = x$ e plota o gráfico

...

Edita $y = x$, digita $(x - 2)^2 y = x$ e plota o gráfico

Edita $(x - 2)^2 y = x$, digita $(x - 2)^{2y} y = x$ e plota o gráfico

Edita $(x - 2)^{2y} y = x$, digita $(x - 2) = x$ e plota o gráfico

Edita $(x - 2) = x$, digita $(x - 2) + (y - 2) = x$ e plota o gráfico

...

Edita $(x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 3^2$, digita $x^2 + y^2 = r^2$ e plota o gráfico

...

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, insere a restrição $-3 \leq x \leq 3$ e plota o gráfico

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, edita a restrição $-3 \leq x \leq 3$, digita $-3 \leq x^2 \leq 3$ e plota o gráfico

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, edita a restrição $-3 \leq x^2 \leq 3$, digita $-3 \leq x \leq 3$ e plota o gráfico

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, edita a restrição $-3 \leq x \leq 3$, digita $3 \leq x \leq -3$ e plota o gráfico

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, edita a restrição $3 \leq x \leq -3$, digita $x \leq 3$ e plota o gráfico

Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, edita a restrição $x \leq 3$, digita $-3 \leq x \leq 3$ e plota o gráfico

...

(Transcrição das imagens – Anexo A)

Foram realizadas 7 descrições com o objeto matemático adequado, ou seja, com a equação da circunferência, sendo necessária esta quantidade devido ao ajuste no posicionamento da circunferência em relação aos eixos cartesianos e da medida do raio.

...

Edita $(x - 2) + (y - 2) = x$, digita $(x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 3^2$ e digita o gráfico

...

Edita $x^2 + y^2 = r^2$, digita $x^2 + y^2 = 3^2$ e digita o gráfico

...

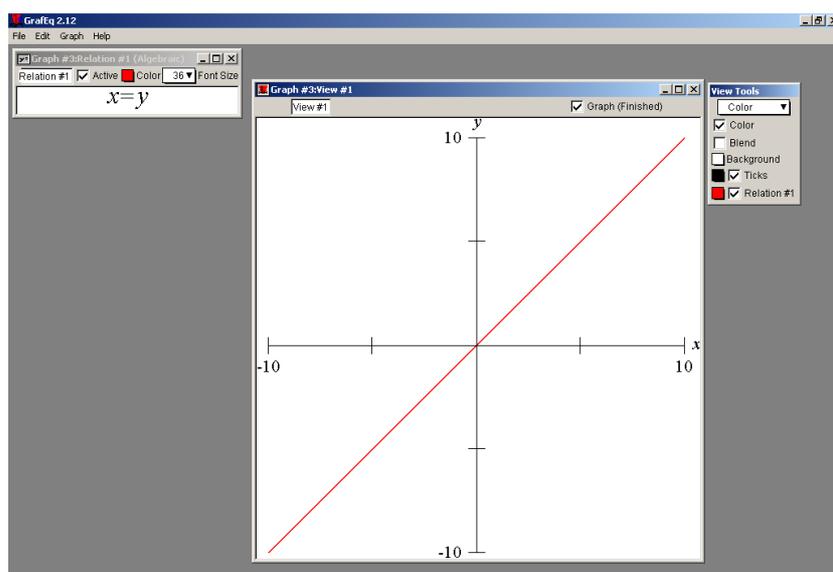
Edita $x^2 + y^2 = 3^2$, digita $x^2 + y^2 \leq 3^2$ e digita o gráfico

(Transcrição das imagens – Anexo A)

Analisando de forma qualitativa esta primeira atividade, podemos perceber que antes que Ana obtivesse as relações algébricas que possibilitassem a conclusão da atividade, ela realizou diversas vezes o Ciclo de Ações proposto por Valente (2005). Vejamos a seguir, em um recorte da atividade de desenhar a face do “Smile”, como o ciclo de ações fica caracterizado.

- Ana descreve a relação algébrica $y = x$, utilizando a linguagem matemática reconhecida pelo *software*, para iniciar o desenho da face do “Smile”; após a execução recebe como resposta a plotagem do gráfico da função descrita (Figura 10). Neste ponto destacamos que, por uma provável dificuldade relacionada aos conhecimentos matemáticos, Ana descreve uma função polinomial do 1º grau, cujo gráfico é uma reta, quando deveria utilizar a equação da circunferência.

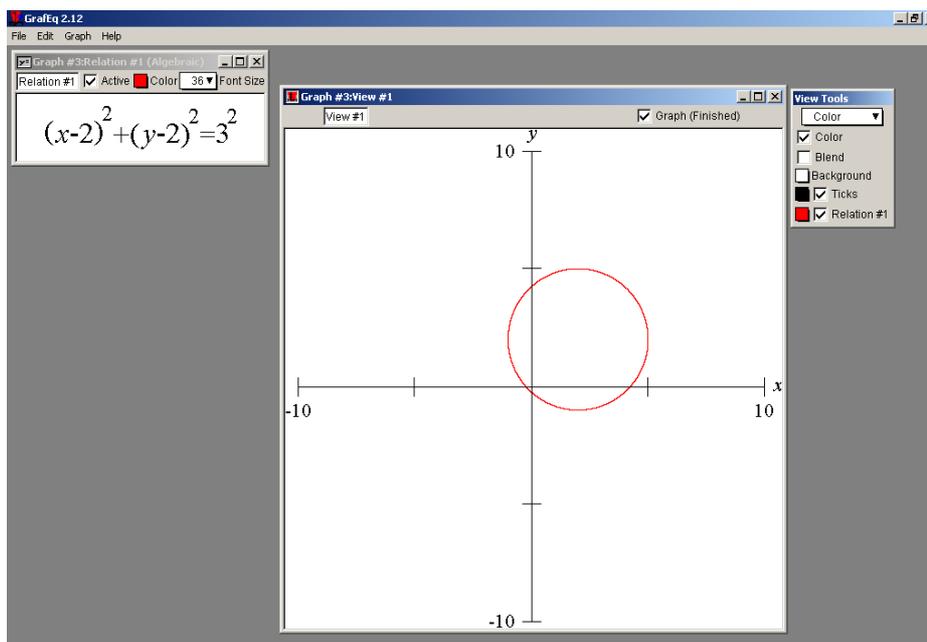
Figura 10 – 1ª descrição de Ana para desenhar a face do “Smile”



Fonte: Dados da pesquisa

- Ana observa a resposta obtida percebendo que necessita utilizar a equação da circunferência; como não lembra da equação tenta acessar o portal de busca Google para pesquisar, mas seu computador não está conectado a internet, então solicita a um colega que lhe informe a equação da circunferência. De posse da equação $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ Ana realiza uma nova descrição (Figura 11).

Figura 11 – 2ª descrição de Ana para desenhar a face do *Smile*



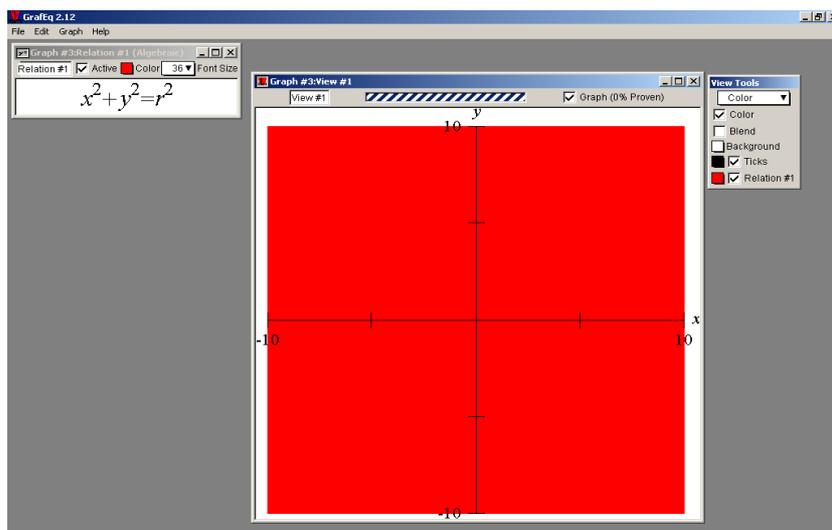
Fonte: Dados da pesquisa

- Novamente Ana observa a resposta obtida e comenta que a circunferência não estava com o centro na origem do sistema cartesiano como esperava. Neste momento, como tutor do curso, solicitamos que comparasse a forma geral equação reduzida da circunferência com a equação que havia digitado, e perguntamos quais as coordenadas do ponto que representava o centro da circunferência descrita por ela.

Após algumas conjecturas, Ana percebe que o centro da circunferência está no ponto (2, 2) e relaciona essas coordenadas com a equação reduzida da circunferência. Aponta como hipótese que a e b que aparecem na equação $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ representam as coordenadas do centro da circunferência.

Para confirmar sua hipótese realiza uma nova descrição atribuindo os valores $a = 0$ e $b = 0$ pretendendo com isso que o centro da circunferência esteja localizado na origem do sistema cartesiano (Figura 12).

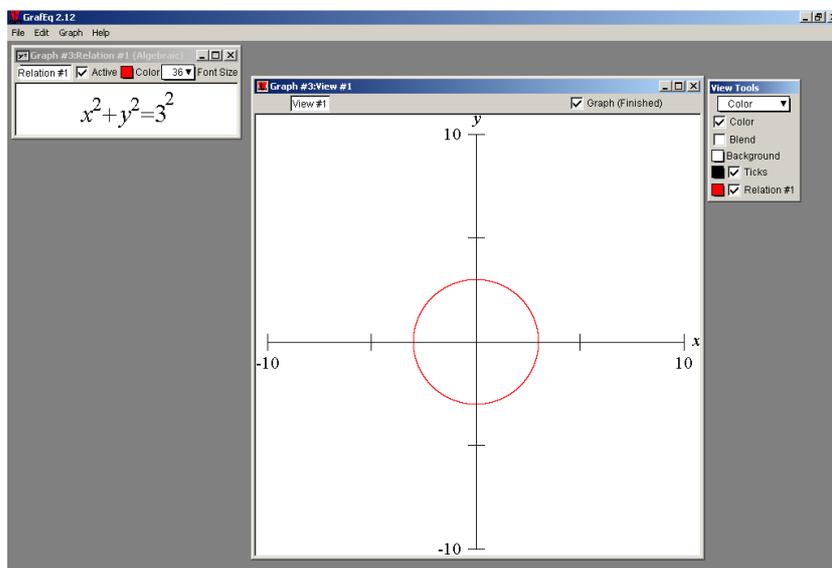
Figura 12 – 3ª descrição de Ana para desenhar a face do *Smile*



Fonte: Dados da pesquisa

- No momento da descrição Ana não atribui um valor para o raio (r) da circunferência, por isso faz uma nova descrição atribuindo $r = 3$ (Figura 13).

Figura 13 – 4ª descrição de Ana para desenhar a face do “*Smile*”



Fonte: Dados da pesquisa

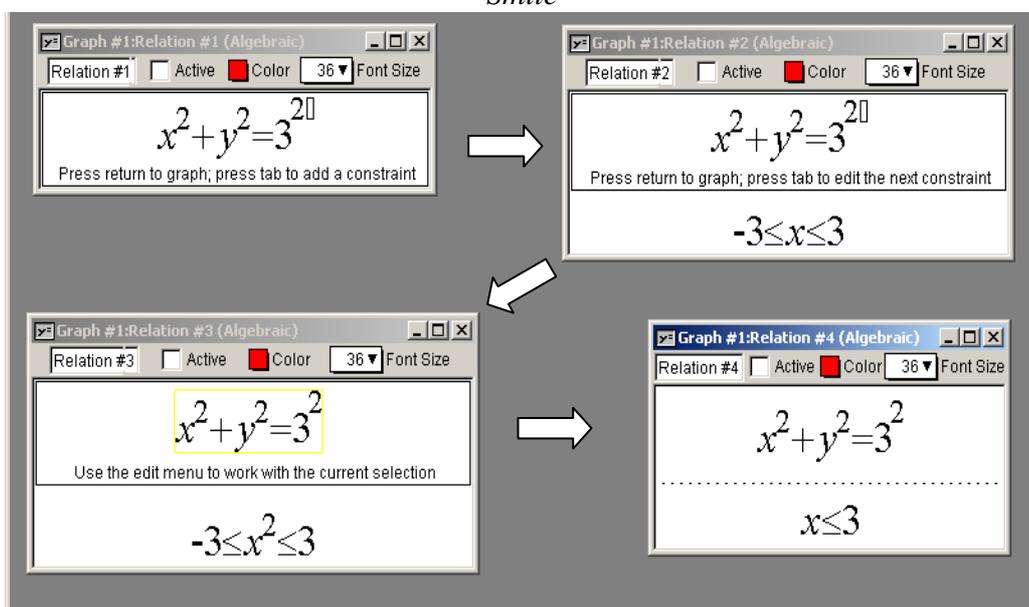
- Ao perceber que sua hipótese estava correta e que com isso obteve o centro da circunferência localizado na origem do sistema cartesiano Ana criou um documento no Word e registrou a equação reduzida da circunferência e anotou a observação “ a e b representam as coordenadas do centro da circunferência”.

O próximo passo para finalizar a face do “Smile” foi o preenchimento da região delimitada pela circunferência. Verifica-se que Ana, mobilizando esquemas desenvolvidos na utilização de outros *softwares*, tenta localizar uma ferramenta que possibilite este preenchimento. Como o GrafEq não possui tal ferramenta Ana passa a desenhar os demais elementos que compõem a face do “Smile” deixando para depois o preenchimento de todos os elementos.

Ao concluir o desenho dos olhos do “Smile” Ana conversa com seus colegas e revendo anotações sobre a tarefa do barquinho realizada com o GrafEq percebe que o preenchimento é o resultado da definição de regiões do plano e que para isso deve utilizar inequações.

Ana retoma a relação que representa a face do “Smile” e faz novas descrições; quatro destas descrições podem ser vistas na Figura 14.

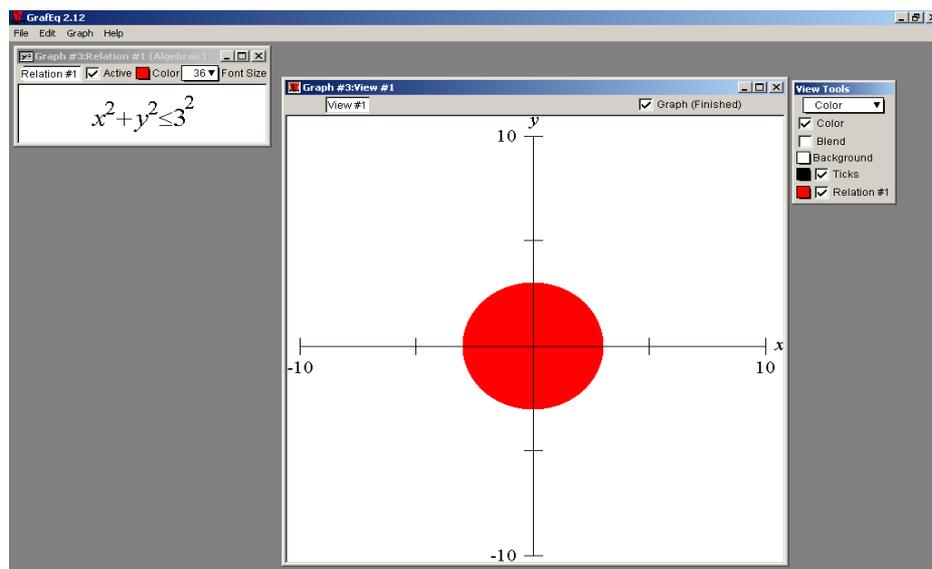
Figura 14 – Descrições para preenchimento da circunferência que representa a face do “Smile”



Fonte: Dados da pesquisa

Após sete tentativas Ana faz uma descrição editando a equação reduzida da circunferência e consegue preencher a circunferência que representa a face do “Smile” (Figura 15).

Figura 15 – Descrição que preenche a circunferência que representa a face do “Smile”



Fonte: Dados da pesquisa

Após ter desenhado a face, Ana começa a atividade de desenhar os olhos do “Smile”. Apresentamos nas Tabelas 2 e 3 a análise quantitativa destas atividades.

Tabela 2 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho esquerdo “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	2	14,29
	It	12	85,71
	Ac	0	21,21
	Total	14	100
Objeto Matemático	Adequado	6	75,0
	Inadequado	2	25,0
	Total	8	100
Duração da atividade		9 min 52 seg	10,71*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice A
 * Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Podemos observar que para desenhar o olho esquerdo do “Smile”, por ser uma atividade semelhante a desenhar a face, Ana mobiliza os mesmos esquemas utilizados anteriormente. Das 14 descrições realizadas nesta atividade, 12 representam aplicação de esquemas de ação instrumentada e apenas 2 descrições referem-se à investigação de componentes do artefato. Esta proximidade entre as duas atividades fica também evidenciada na quantidade de objetos matemáticos adequados (OMA) para a solução. Ana realizou 6 descrições utilizando OMA para posicionar e ajustar o tamanho do olho

esquerdo na face do “*Smile*” e as 2 descrições com objetos matemáticos inadequados referem-se às tentativas de preenchimento do olho.

Tabela 3 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho direito do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	5	100
	Ac	0	0
	Total	5	100
Objeto Matemático	Adequado	2	100
	Inadequado	0	0
	Total	2	100
Duração da atividade		6 min 28 seg	7,02*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

O desenho do olho direito do “*Smile*”, por ser uma repetição das atividades anteriores, é realizada com um número menor de descrições. Podemos perceber que isso ocorre porque Ana utiliza os esquemas de ação instrumentada desenvolvidos na resolução das outras atividades e com apenas 5 descrições desenha, posiciona, dimensiona e preenche a circunferência. O objeto matemático utilizado nesta atividade também é o mesmo das anteriores sendo que Ana apenas precisou alterar as coordenadas do centro da circunferência, adotando para isso um valor simétrico, em relação ao olho esquerdo, para a abscissa do ponto do centro da circunferência.

O sorriso do “*Smile*” foi a segunda atividade que consumiu mais tempo e exigiu um maior número de descrições para ser realizada como pode ser visto na Tabela 4 que apresenta os resultados da análise quantitativa dessa atividade.

Tabela 4 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o sorriso do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	29	100
	Ac	0	0
	Total	29	100
Objeto Matemático	Adequado	24	100
	Inadequado	0	0
	Total	24	100
Duração da atividade		19 min 34 seg	21,24*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Observamos que embora Ana tenha identificado corretamente o objeto matemático necessário para a resolução desta atividade, no caso da função polinomial do 2º grau, o grande número de descrições está relacionado à falta de clareza, para ela, da relação entre cada coeficiente da função influi na representação gráfica da mesma.

Temos que a representação gráfica de uma função polinomial do 2º grau definida por $y = ax^2 + bx + c$ está diretamente relacionada aos valores dos coeficientes a , b e c da lei da função. Assim temos que:

- o coeficiente a está relacionado à concavidade da parábola que representa a função. Se $a > 0$ a concavidade da parábola estará voltada para cima e se $a < 0$ a concavidade da parábola estará voltada para baixo. Quanto menor, em valor absoluto, o coeficiente, maior será a abertura da parábola.

- o coeficiente b determina pontos da parábola que interceptam o eixo y , desta forma temos três situações: se $b > 0$ um ponto da parte crescente da parábola intercepta o eixo y ; se $b < 0$ um ponto da parte decrescente da parábola intercepta o eixo y ; e se $b = 0$ a parábola intercepta o eixo y em seu vértice.

- o coeficiente c representa o valor da ordenada do ponto em que a parábola intercepta o eixo y .

Considerando que Ana optou por desenhar a circunferência com o centro coincidindo com a origem do sistema cartesiano, o sorriso do “*Smile*” deveria ser limitado por duas funções polinomiais do 2º grau definidas por:

$$y_1 = a_1x^2 + b_1x + c_1 \text{ (borda inferior do sorriso)}$$

$$y_2 = a_2x^2 + b_2x + c_2 \text{ (borda superior do sorriso)}$$

As leis destas funções devem ter as seguintes características:

- Concavidades voltadas para cima: para isso $a_1 > 0$ e $a_2 > 0$ com $a_1 > a_2$;
- Os vértices das parábolas devem estar sobre o eixo y :

$$b_1 = 0 \text{ e } b_2 = 0$$

$$c_1 < 0 \text{ e } c_2 < 0, \text{ com } c_1 < c_2$$

Se Ana tivesse aplicado estas propriedades dos coeficientes da lei da função, ela poderia ter realizado a tarefa com menos descrições, porém por não lembrar ou não

conhecer estas propriedades, determinou as funções por meio de tentativas sucessivas nas quais foi ajustando os coeficientes até obter a representação gráfica desejada. Podemos observar este procedimento na seguinte sequência de descrições de Ana:

Em uma nova relação digita $y = x^2$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2$, digita $y = x^2 - 3$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 3$, digita $y = x^2 - 2$ e plota o gráfico
 ...
 Em uma nova relação digita $y = x^2 - 3$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 3$, digita $y = x^2 - 2,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2,5$, digita $y = x^2 + 2x - 2$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + 2x - 2$, digita $y = x^2 + x$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + 2x$, digita $y = x^2 - 2$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2$, digita $y = x^2 + x - 2$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + x - 2$, digita $y = x^2 + x - 3$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + x - 3$, digita $y = x^2 + x - 1$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + x - 1$, digita $y = x^2 + x - 1,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 + x - 1,5$, digita $y = x^2 - x - 1,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - x - 1,5$, digita $y = x^2 - 2x - 1,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2x - 1,5$, digita $y = x^2 - 2x - 1$ e plota o gráfico
 ...
 Edita $y = x^2 - 2$, insere a restrição $x^2 - 2 \leq y \leq 2x^2 - 2,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2$, edita a restrição $x^2 - 2 \leq y \leq 2x^2 - 2,5$, digita $x^2 - 2 \geq y \geq 2x^2 - 2,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2,5$, insere a restrição $x^2 - 2 \geq y \geq 2x^2 - 2,5$ e plota o gráfico
 Edita $y = x^2 - 2$, digita $y \leq x^2 - 2$ e plota o gráfico
 (Transcrição das imagens – Apêndice A)

Após ter realizado a tarefa proposta Ana observou que um de seus colegas havia introduzido no desenho um nariz para o “Smile” e decidiu fazer o mesmo. Percebeu que o nariz não era representado por um círculo, mas sim por uma elipse. Solicitou ao colega a equação da elipse, pois não lembrava e começou a atividade de desenhar o nariz no “Smile”. Na Tabela 5 apresentamos a análise quantitativa desta atividade.

Tabela 5 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o nariz do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	5	100
	Ac	0	0
	Total	5	100
Objeto Matemático	Adequado	3	75,0
	Inadequado	1	25,0
	Total	4	100
Duração da atividade		4 min 39 seg	5,05*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Para esta atividade, Ana utilizou inicialmente a equação da elipse com os mesmos valores que seu colega fazendo poucas descrições para ajustar o tamanho do nariz à face do “Smile”. Na análise dessa atividade, como Ana não percebeu que se $a = b$ na equação $\frac{(x-x_1)^2}{a^2} + \frac{(y-y_1)^2}{b^2} = 1$ não teremos uma elipse, mas uma circunferência, então as descrições em que isso ocorreu foram consideradas como com o uso de um objeto matemático inadequado.

A observação das variações da forma do gráfico da elipse quando foram alterados os valores dos coeficientes a e b fez com que Ana utilizasse o tempo restante do encontro presencial para explorar este objeto matemático utilizando o GrafEq. A Tabela 6 apresenta a análise quantitativa deste estudo.

Tabela 6 – Análise quantitativa do estudo gráfico da elipse utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Estudo gráfico da elipse utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	17	100
	Ac	0	0
	Total	17	100
Duração da atividade		13 min 06 seg	14,22*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Neste estudo não consideramos a adequação do objeto matemático, uma vez que Ana fez uma descrição com a equação da elipse e a editou 17 vezes. Nestas edições alterava o valor dos coeficientes da equação e analisava a plotagem do gráfico procurando identificar a relação dos coeficientes e a representação gráfica da elipse. Após algumas descrições perguntamos a Ana o que havia constatado com seu estudo e ela anunciou algumas de suas conclusões:

- a coordenada do centro da elipse é dada pelo ponto (x_l, y_l) e quando x_l e y_l são iguais a zero o centro da elipse é a origem do sistema cartesiano;
- quando o valor de a é igual ao de b o gráfico representa uma circunferência; se o valor de a for menor que o de b a elipse fica achatada na vertical e se o valor de a for maior que o de b a elipse fica achatada na horizontal (ANA, 18 Out 2012, notas do encontro presencial).

Então dissemos que o “achatamento” da elipse é chamado de excentricidade da elipse e perguntamos se lembrava da definição de elipse e de seus elementos, mas antes que ela respondesse o encontro foi finalizado.

Pelo fato de Ana não lembrar inicialmente na forma geral da equação da elipse não podemos afirmar que ela não conhecia este objeto matemático, pois quando necessitou utilizar a equação da circunferência também teve dificuldade de lembrá-la. Podemos constatar que na realização deste estudo o *software* GrafEq foi utilizado como um instrumento para investigar algumas propriedades relacionadas ao gráfico de uma elipse. Observamos que o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem contribuem para a (re)construção do conhecimento sobre um determinado conteúdo matemático. Segundo Valente (2005)

As ações de reflexão e depuração acontecem a partir de uma resposta que o aprendiz obtém da execução da descrição da resolução do problema, fornecida em termos de comandos de um determinado software. [...]

As tentativas, especulações, hipóteses, adivinhações etc. acontecem em qualquer nível, com maior ou menor intensidade, quer seja no desenho de uma figura ou na simulação de um fenômeno. [...]

Mesmo no caso do erro (ou *bug*, como é usado em computação) o aprendiz está fazendo progresso do ponto de vista do seu pensamento, pois ele tem mais dados para realizar outras tentativas. O produto pode até ficar pior, mas o nível de conhecimento cresceu e continua crescendo na forma de uma espiral ou um remoinho, como afirma Morin (1997)! (VALENTE, 2005, p. 67 e 70)

As conclusões apresentadas por Ana sobre a representação gráfica da elipse são indícios de que realizou abstrações sobre este objeto matemático. Não possuímos elementos que nos permitam definir qual o nível destas abstrações, mas podemos inferir que tenham atingido, no mínimo, o nível empírico, uma vez que suas conclusões são baseadas na manipulação do objeto.

Na Tabela 7 apresentamos a análise das descrições realizadas por Ana e que não estão diretamente relacionadas a nenhuma das atividades propostas.

Tabela 7 – Análise quantitativa das descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.

Atividade: Descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	11	50,0
	It	3	13,64
	Ac	8	36,36
	Total	22	100
Duração da atividade		5 min 37 seg	6,10*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice A

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 08 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Estas descrições não estão relacionadas à realização de nenhuma das atividades que compõem a tarefa de desenhar o “Smile” por isso não contemplam nenhum objeto matemático, mas 11 delas ocorreram principalmente no momento em que Ana acessa o *software* e estão relacionadas à investigação sobre as potencialidades e limitações do *software*. Além destas, 8 descrições estão relacionadas ao acesso a outros *softwares* ou a sites da internet como, por exemplo, editor de texto, o AVA do curso e ferramentas de busca. Estas descrições não estão diretamente relacionadas a utilização do GrafEq para a realização da tarefa de desenhar o “Smile”.

Pode-se verificar que a maior parte destas descrições indica o processo de instrumentalização de Ana para a utilização do GrafEq.

A Figura 16 apresenta o resultado da tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o *software* GrafEq.



Fonte: Dados da pesquisa

3.2.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o *Smile* utilizando o *software* GrafEq

As tabelas abaixo apresentam o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas em cada uma das unidades de análise para a resolução da tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o *software* GrafEq, considerando para isso os dados transcritos do vídeo das imagens do monitor do computador durante a tarefa.

Tabela 8 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar a face do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	3	13,64
	It	19	86,36
	Ac	0	0
	Total	22	100
Objeto Matemático	Adequado	16	84,21
	Inadequado	3	15,79
	Total	19	100
Duração da atividade		7 min 02 seg	7,77*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice D

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Após utilizar o computador para algumas atividades que não estavam relacionadas a execução da tarefa (acessar e-mail, abrir arquivos de documentos do Word) Paula dá início as atividades referentes a tarefa pelo desenho da face de “Smile”. Por meio da tabela 16 pode-se perceber que do total de 22 descrições realizadas 3 estão relacionadas ao desenvolvimento/aplicação de esquemas para a utilização do *software* (instrumentalização) e correspondem a investigação que Paula realiza nos comandos existentes no menu flutuante “easy buttons”.

As outras 19 descrições estão relacionadas a esquemas para aplicação do *software* para a resolução da tarefa proposta (instrumentação). Podemos citar como exemplo a sequência: digita a função $(x - 4)^2 + (y - 4)^2 = 16$ e plota seu gráfico; edita a função $(x - 4)^2 + (y - 4)^2 = 16$ transformando-a em $(x - 4)^2 + (y - 4)^2 = 25$ e plota seu gráfico; etc.

Com relação aos conhecimentos matemáticos envolvidos na atividade desenhar a face do “Smile” era esperado que Paula utilizasse a equação reduzida da circunferência $((x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2)$ para determinar o tamanho e a posição da face na janela de apresentação gráfica. O preenchimento da região interna desta circunferência seria obtido com a transformação da igualdade em uma desigualdade, ou seja, a região a ser preenchida deveria ser menor ou igual à medida do raio da circunferência $((x - a)^2 + (y - b)^2 \leq r^2)$.

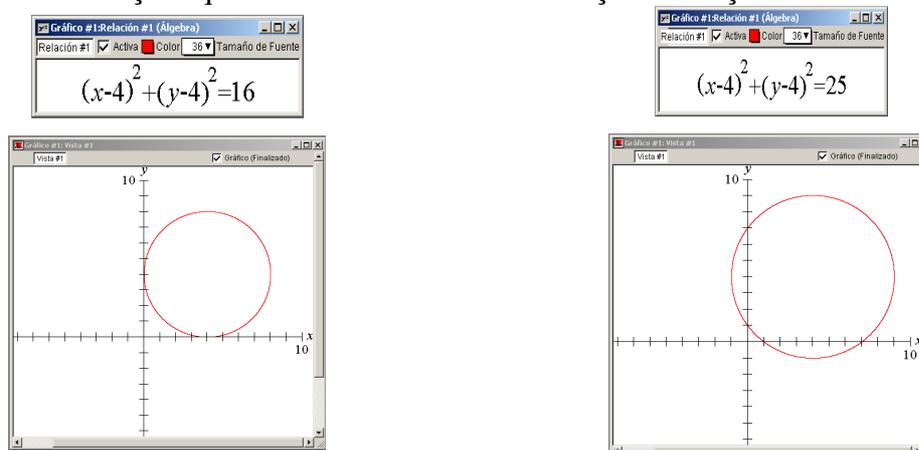
Analisando a aplicação de objetos matemático nesta atividade constatamos que Paula realizou 19 descrições com algum tipo de relação algébrica, sendo que destas 2 foram com objetos matemáticos inadequados para a solução desejada. Estas 2 descrições ocorreram logo no início da atividade e pela sequência de descrições podemos inferir que Paula já havia identificado que deveria utilizar a equação da circunferência, porém ainda não havia desenvolvido os esquemas necessários para a utilização do menu de comandos “easy buttons”

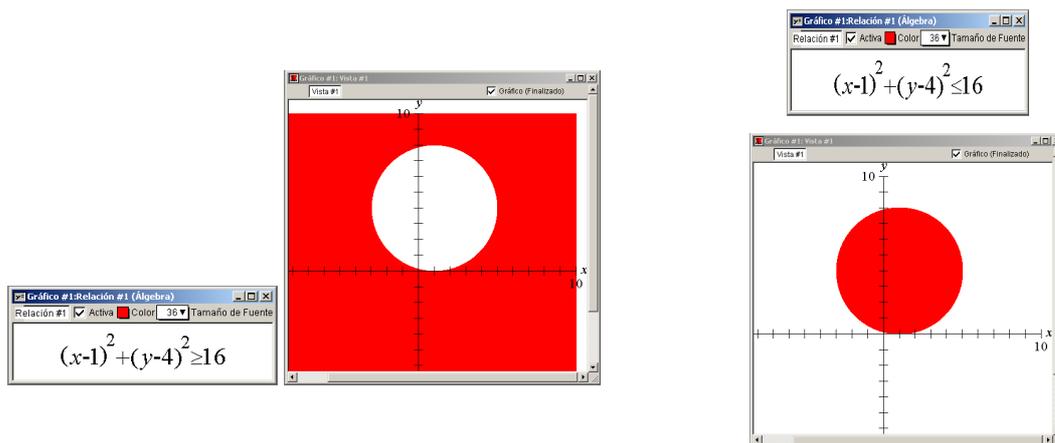
Digita $(x - c - 2)^{\wedge}$
 Edita $(x - c - 2)^{\wedge}$ digita $(x - 4)^2$ e tecla enter
 Recebe a mensagem “Relación #1 es invalido”
 Acessa o menu “easy buttons” seleciona “relación” e “álgebra”
 Analisa as opções de comandos
 Edita $(x - 4)^2$ digita $(x - 4)^2 + (y - 4)^2 = 16$ e plota o gráfico
 (Transcrição das imagens – Anexo D)

Após este momento em que fica caracterizado o processo de instrumentalização Paula realiza 17 descrições utilizando objeto matemático adequado. Estas descrições foram necessárias para que Paula ajustasse o tamanho, o posicionamento e o preenchimento da face do “Smile”.

Podemos perceber que até Paula obter a relação algébrica que possibilitasse a conclusão da atividade, ela realizou diversas vezes o Ciclo de Ações proposto por Valente (2005). A Figura 17 apresenta um recorte desta atividade de desenhar a face do “Smile” no qual o Ciclo de Ações proposto por Valente (2005) fica caracterizado.

Figura 17 – Descrições que caracterizam o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração





Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 9 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho direito “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	1	3,57
	It	25	89,29
	Ac	2	7,14
	Total	28	100
Objeto Matemático	Adequado	20	90,91
	Inadequado	2	9,09
	Total	22	100
Duração da atividade		8 min 45 seg	9,66*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice D
* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Para desenhar o olho direito do “Smile” Paula deveria mobilizar os mesmos conhecimentos matemáticos utilizados no desenho da face, assim como também seriam mobilizados os mesmos esquemas utilizados anteriormente. No entanto Paula realiza 28 descrições das quais 25 representam aplicação de esquemas de ação instrumentada, 2 são ações que não tem relação com a atividade (minimizar e maximizar janelas de outros programas) e apenas 1 descrição refere-se à investigação de componentes do artefato.

Observa-se que das 22 descrições com objetos matemáticos em 20 este objeto era adequado a resolução da atividade e 2 não eram adequados. Esta quantidade de descrições foram necessárias uma vez que Paula não associou os valores de “a” e “b” da equação reduzida da circunferência $((x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2)$ a coordenada do centro da circunferência (C (a, b)) e por este motivo foi alterando estes valores e plotando o gráfico até que posicionasse o olho no local desejado. Por exemplo:

Digita $(x + 3)^2 + (y - 5)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 3)^2 + (y - 5)^2 = 2$ digita $(x + 3)^2 + (y - 2)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 3)^2 + (y - 2)^2 = 2$ digita $(x + 3)^2 + (y - 6)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 3)^2 + (y - 6)^2 = 2$ digita $(x + 2)^2 + (y - 6)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 2)^2 + (y - 6)^2 = 2$ digita $(x + 1)^2 + (y - 6)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 1)^2 + (y - 6)^2 = 2$ digita $(x + 1)^2 + (y - 5)^2 = 2$ e plota o gráfico
 Edita $(x + 1)^2 + (y - 5)^2 = 2$ digita $(x + 1)^2 + (y - 5)^2 \leq 1$ e plota o gráfico
 (Transcrição das imagens – Anexo D)

Tabela 10 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho esquerdo do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	4	100
	Ac	0	0
	Total	4	100
Objeto Matemático	Adequado	2	100
	Inadequado	0	0
	Total	2	100
Duração da atividade		1 min e 23 seg	1,53*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice D
 * Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Esta atividade, por ser uma repetição das anteriores, foi realizada com o menor número de descrições entre todas as atividades da resolução da tarefa. Foram necessárias apenas 4 descrições para Paula desenhar, posicionar, dimensionar e preencher a circunferência. Podemos perceber que isso se ocorre porque ela utiliza o mesmo objeto matemático a aplica os esquemas de ação instrumentada desenvolvidos na resolução das atividades anteriores.

Tabela 11 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o nariz do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	15	93,75
	Ac	1	6,25
	Total	16	100
Objeto Matemático	Adequado	13	92,86
	Inadequado	1	7,14
	Total	14	100
Duração da atividade		6 min 03 seg	6,68*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice D
 * Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

No desenho do “*Smile*” apresentado aos professores não possuía nariz porem percebemos que assim como Paula a maioria dos cursistas optou por acrescentar este item ao desenho e para isso utilizou mais uma vez como objeto matemático a circunferência.

Observamos que novamente Paula teve dificuldade para posicionar a circunferência na face do “*Smile*” por não perceber que os valores de “a” e “b” da equação reduzida da circunferência representam a coordenada do centro da circunferência. Em função disso foram necessárias um total de 16 descrições sendo que 15 delas representam a utilização de esquemas de ação instrumentada.

Paula utiliza em 13 descrições o objeto matemático adequado (equação reduzida da circunferência) para a resolução da atividade e em 1 descrição consideramos a utilização de um objeto matemático inadequado uma vez que tenta plotar o gráfico sem ter digitado completamente a relação algébrica obtendo uma mensagem de erro do *software*.

Tabela 12 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar a sorriso do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	61	89,71
	Ac	7	10,29
	Total	68	100
Objeto Matemático	Adequado	29	52,73
	Inadequado	26	47,27
	Total	55	100
Duração da atividade		51 min 13 seg	56,57*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice D

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Esta atividade foi a que demandou o maior tempo na resolução da tarefa, pois em função de Paula não ter identificado corretamente o objeto matemático adequado para execução deste desenho necessitou realizar 68 descrições, sendo 26 com objeto matemático inadequado e 29 com objeto matemático adequado. Foram realizadas ainda 7 descrições nas quais Paula acessa o navegador da internet e também arquivos de documentos do Word.

Para esta atividade consideramos como objeto matemático adequado a função do 2º grau por percebermos que este objeto foi utilizado pela maior parte dos cursistas além de possibilitar a discussão sobre a influência dos coeficientes da função em sua representação gráfica, tema pouco abordado no ensino regular. Por este motivo consideramos as

descrições iniciais em que Paula tenta desenhar a sorriso do “*Smile*” utilizando como objeto matemático a elipse como descrições com objeto matemático inadequado, embora também seja possível desenhar a sorriso do “*Smile*” com este objeto matemático.

Após várias tentativas frustradas de utilizar a elipse para desenhar a sorriso do “*Smile*” Paula conversa com os colegas e percebe que estes estão utilizando funções do 2º grau para executar esta atividade e então opta por este objeto matemático e passa a descrever algumas funções e a plotar seus gráficos.

Conforme a discussão anterior sobre a relação do valor dos coeficientes da função de 2º grau e a representação gráfica da mesma observamos que Paula realiza muitas descrições devido a dificuldade de estabelecer esta relação. Outro fato observado foi a dificuldade enfrentada no momento de definir qual função limitaria a parte inferior e superior da região que representaria o desenho do sorriso. Podemos então inferir que o conhecimento matemático pode influenciar no desenvolvimento dos esquemas de ação instrumentada.

Tabela 13 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.

Atividade: Descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	3	8,33
	It	8	22,22
	Ac	25	69,44
	Total	36	100
Duração da atividade		16 min 06 seg	17,78*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice D

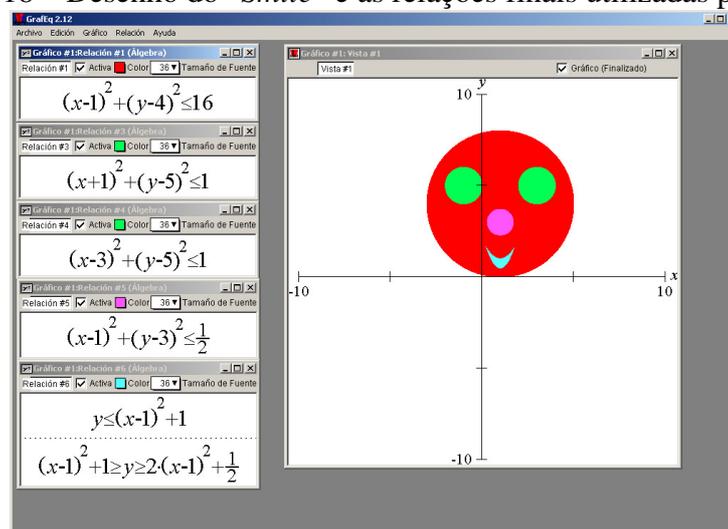
* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Estas descrições não estão relacionadas à execução de nenhuma das atividades que compõem a tarefa de desenhar o “*Smile*” por isso não contemplam nenhum objeto matemático, mas 3 delas estão relacionadas à investigação de potencialidades do *software* o que as caracterizam como instrumentalização de Paula. Além destas, 8 descrições estão relacionadas à utilização de recursos do *software*, como ajustes no tamanho da janela de exibição gráfica, minimizar e maximizar janelas.

Paula realiza ainda 25 descrições como abrir arquivos ou sites da internet, utilizar ferramentas de busca, etc. Estas descrições não estão diretamente relacionadas a utilização do GrafEq para a realização da tarefa de desenhar o “*Smile*”.

A Figura 18 apresenta o “Smile” desenhado por Paula utilizando o *software* GrafEq.

Figura 18 – Desenho do “Smile” e as relações finais utilizadas por Paula



Fonte: Dados da pesquisa

3.2.3 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o *Smile* utilizando o *software* GrafEq

Além destas seis unidades que fazem parte do desenho proposto incluímos uma sétima unidade de análise que corresponde a um estudo de função polinomial do 2º grau realizado por Julia utilizando o *software* Graphmatica.

Para a resolução da tarefa de desenhar o *Smile* esperava-se que Julia reconhecesse a necessidade de mobilizar os conhecimentos referentes a equação da circunferência, função polinomial do 2º grau e inequações.

Percebemos que Julia teve dificuldade em determinar as funções polinomiais do 2º grau que deveriam ser utilizadas para o desenho do sorriso do *Smile*. Devido a esta dificuldade realizou, com o auxílio de um tutor do curso, um estudo variando os valores dos coeficientes de uma função polinomial de 2º grau e a relação destes valores com a representação gráfica da função.

As tabelas abaixo apresentam o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas em cada uma das unidades de análise para a resolução da tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o *software* GrafEq. Iniciaremos pela análise da atividade de desenhar a face do *Smile*.

Tabela 14 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a face do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar a face do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	7	35,00
	It	13	65,00
	Ac	0	0
	Total	20	100,00
Objeto Matemático	Adequado	3	27,27
	Inadequado	8	72,73
	Total	11	100,00
Duração da atividade		25 min e 56 seg	26,76*

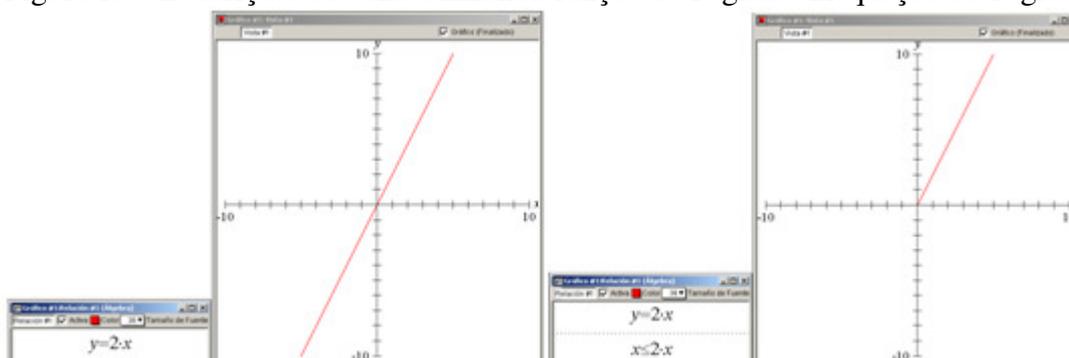
Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice H

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Para desenhar a face do *Smile* Julia realizou 20 descrições, sendo que 13 delas representam a utilização de esquemas de ação instrumentada (instrumentação) e em 7 descrições Julia investiga o *software* desenvolvendo esquemas para a utilização do GrafEq (instrumentalização). Percebemos que das 11 descrições realizadas por Julia com algum tipo de objeto matemático em 8 foram utilizados objetos matemáticos inadequados e que em 3 foram utilizados objeto matemático adequado.

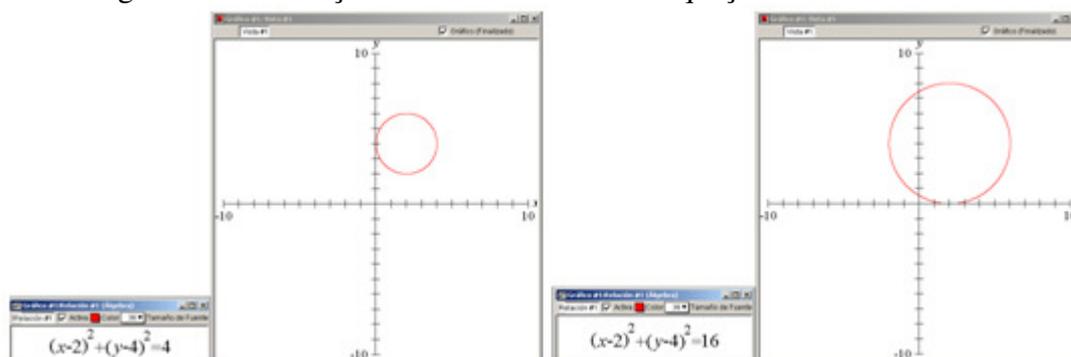
Nas 8 descrições com objetos matemáticos inadequados Julia utilizou funções do 1º grau e inequações do 1º grau, acreditamos que isso tenha ocorrido devido a utilização destes objetos matemáticos na tarefa de desenhar o barco (Figura 19). Após a interação com os colegas ela percebe que o objeto adequado seria a circunferência e pela observação da tela do monitor do computador de um colega ela consegue a forma geral da equação da circunferência. Com 3 descrições utilizando esta equação Julia finaliza a face do *Smile* sem realizar o preenchimento (Figura 20).

Figura 19 – Descrições de Julia utilizando função de 1º grau e inequação de 1º grau



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 20 – Descrições de Julia utilizando a equação da circunferência



Fonte: Dados da pesquisa

Observamos que Julia analisa o resultado de suas descrições por um tempo maior que seus colegas e que durante a realização das atividades conversa com seus colegas procurando verificar como eles estão resolvendo a tarefa, inferimos que isso ocorre devido a sua insegurança com relação aos objetos matemáticos que devem ser utilizados.

Finalizado o desenho da circunferência que representa a face do *Smile* Julia inicia o desenho do olho direito. A Tabela 15 apresenta a análise quantitativa desta atividade.

Tabela 15 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho direito do “*Smile*” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho direito do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	6	35,29
	It	11	64,71
	Ac	0	0
	Total	17	100
Objeto Matemático	Adequado	10	90,91
	Inadequado	1	9,09
	Total	11	100
Duração da atividade		14 min 05 seg	14,53*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice H
* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Para desenhar o olho do *Smile* é necessário utilizar novamente a equação da circunferência. Assim Julia realiza 17 descrições sendo 11 com ações que visavam a resolução da tarefa e 6 com ações em que investigava alguns comandos do *software*.

Foram realizadas 10 descrições utilizando a equação da circunferência, objeto matemático adequado, para que Julia ajustasse o tamanho e posição desejada para o olho. A única descrição considerada como utilização de objeto matemático inadequado se deve a digitação de uma equação do 1º grau.

Julia finaliza a atividade sem realizar o preenchimento do desenho e dá início ao desenho do olho esquerdo. Na Tabela 16 apresentamos a análise quantitativa dessa atividade.

Tabela 16 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o olho esquerdo do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o olho esquerdo do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	5	100
	Ac	0	0
	Total	5	100
Objeto Matemático	Adequado	2	100
	Inadequado	0	0
	Total	2	100
Duração da atividade		06 min e 08 seg	6,33*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice H

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

O desenho do olho esquerdo do “Smile”, por ser uma repetição das atividades anteriores, é realizada com um número menor de descrições. Podemos perceber que isso se ocorre porque Julia utiliza os esquemas de ação instrumentada desenvolvidos na resolução das outras atividades e com apenas 5 descrições desenha, posiciona e dimensiona a circunferência. Assim como ocorreu nas atividades anteriores Julia não preencheu a circunferência e começou a desenvolver a atividade de desenhar o nariz do *Smile*. A Tabela 17 apresenta a análise quantitativa desta atividade.

Tabela 17 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o nariz do “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o nariz do “Smile” utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	6	100
	Ac	0	0
	Total	6	100
Objeto Matemático	Adequado	3	100
	Inadequado	0	0
	Total	3	100
Duração da atividade		03 min 58 seg	4,09*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “Smile” – Apêndice H

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

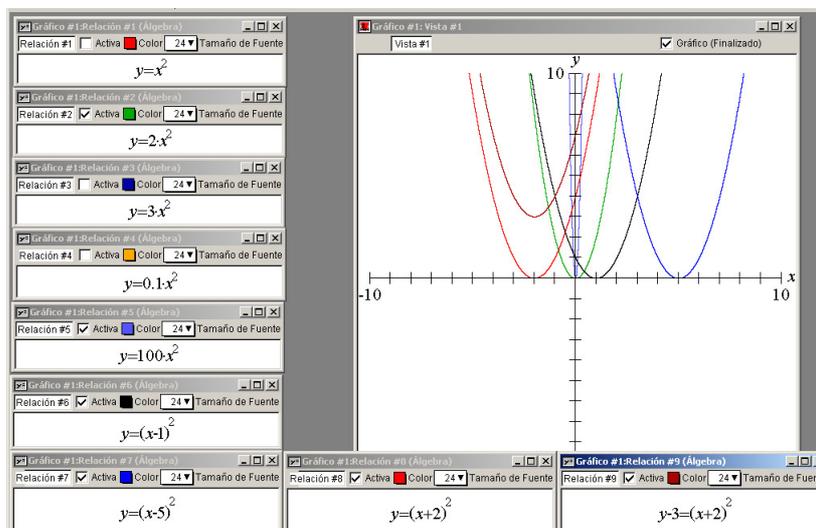
Observamos que Julia executa rapidamente esta atividade utilizando a equação da circunferência, mesmo objeto matemático das outras atividades desta tarefa, e empregando os esquemas de ação instrumentada desenvolvidos nas atividades anteriores. Com apenas 6 descrições Julia consegue desenhar, ajustar e posicionar a circunferência que representa o nariz. Também na resolução desta atividade ela não preenche o desenho.

A atividade seguinte foi o desenho do sorriso do *Smile*. Julia identifica corretamente qual objeto matemático que deveria utilizar, neste caso equações polinomiais do 2º grau, porém isso não foi o suficiente para que conseguisse realizar rapidamente esta atividade devido a dificuldade de perceber a relação entre os coeficientes de uma função com a sua representação gráfica. Esta dificuldade fez com que Julia solicitasse ajuda de um dos tutores do curso, pois não conseguia determinar a lei de formação de duas funções polinomiais do 2º grau que se interceptassem formando entre seus gráficos uma região que poderia representar o sorriso do *Smile*.

Para tentar ajudar Julia a perceber a relação dos coeficientes da função e a sua representação gráfica o tutor pede a ela que acesse o *software* Graphmatica e insira uma série de funções do 2º grau variando em cada uma algum dos coeficientes e que analisasse cada um dos gráficos. Após escrever dez funções e observar as variações nos gráficos conforme alterava os coeficientes Julia retomou a atividade no GrafEq.

Utilizamos o GrafEq para representar as funções e os respectivos gráficos que Julia analisou em seu estudo (Figura 21).

Figura 21 – Estudo do gráfico de uma função polinomial do 2º grau



Fonte: Dados da pesquisa

Como pode-se observar na Tabela 18 esta atividade foi a que demandou maior tempo (33 min e 38 seg) e maior número de descrições (41) para ser concluída. Todas as 41 descrições realizadas representam ações instrumentadas de Julia, ou seja, a utilização de esquemas de ação instrumentada desenvolvidos para utilização deste instrumento (*software GrafEq*) para a resolução deste tipo de situação. A identificação correta do tipo de objeto matemático necessário para a resolução da atividade fez com 36 das 40 descrições em que foram utilizados objetos matemáticos estes fossem considerados adequados. As 4 descrições em que estes objetos foram considerados inadequados ocorreram por algum erro de digitação cometido por Julia.

Tabela 18 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o sorriso do “*Smile*” utilizando o *software GrafEq*.

Atividade: Desenhar o nariz do “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software GrafEq</i> .			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	41	100
	Ac	0	0
	Total	41	100
Objeto Matemático	Adequado	36	90
	Inadequado	4	10
	Total	40	100
Duração da atividade		33 min 38 seg	34,71*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice H

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Julia encerra a atividade sem realizar o preenchimento da região que representa a boca do *Smile*.

A Tabela 19 apresenta a análise das descrições realizadas por Julia e que não estão diretamente relacionadas a nenhuma das atividades.

Tabela 19 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “*Smile*” utilizando o *software GrafEq*, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.

Atividade: Descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o “ <i>Smile</i> ” utilizando o <i>software GrafEq</i> .			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	7	35,0
	Ac	13	65,0
	Total	20	100
Duração da atividade		10 min 06 seg	10,42*

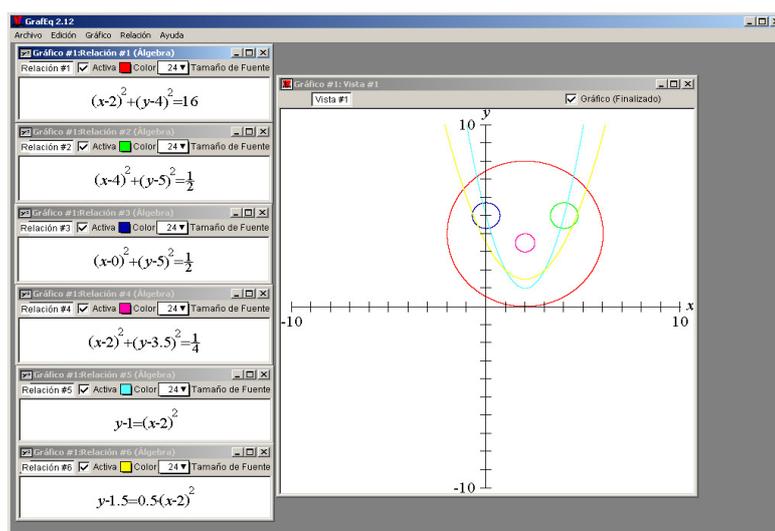
Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o “*Smile*” – Apêndice H

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 36 min 54 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Estas descrições não estão relacionadas à execução de nenhuma das atividades que compõem a tarefa de desenhar o “Smile” por isso não contemplam nenhum objeto matemático, mas 7 delas ocorreram no momento em que Julia acessa o *software* e estão relacionadas à utilização do *software*, por isso são consideradas ações instrumentadas. Além destas, 13 descrições estão relacionadas ao acesso a outros *softwares* como, por exemplo, editor de texto. Estas descrições não estão diretamente relacionadas a utilização do GrafEq para a realização da tarefa de desenhar o “Smile” por isso são classificadas como ações comuns.

A Figura 22 apresenta o resultado da tarefa de desenhar o “Smile” utilizando o *software* GrafEq.

Figura 22 – Desenho do “Smile” e as relações finais utilizadas por Julia



Fonte: Dados da pesquisa

3.3 – Análise dos dados referentes a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil

No oitavo encontro foi proposta aos cursistas a terceira tarefa utilizando o GrafEq: desenhar um esboço da bandeira do Brasil (Figura 23).

Figura 23 – Esboço da bandeira do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa

Antes de iniciar as atividades do oitavo encontro presencial Ana discute com Julia e Paula o planejamento de uma aula que estão desenvolvendo juntas para postagem no AVA do curso. Este planejamento propõe que seja realizado o desenho de um esboço da bandeira do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 24) utilizando o GrafEq. As professoras justificaram a escolha do desenho da bandeira do estado por se tratar de uma tarefa que exigiria dos alunos a utilização dos conceitos de função do 1º grau, conteúdo que é trabalhado no ensino médio.

Figura 24 – Esboço da bandeira de Mato Grosso do Sul



Fonte: Dados da pesquisa

Em função desse planejamento esperávamos que elas não tivessem dificuldade na realização da tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil, pois os conteúdos matemáticos necessários eram os mesmos das últimas duas atividades com o GrafEq e de seu planejamento.

A realização desta tarefa, assim como da anterior, foi gravada em vídeo utilizando o *software* Free Screen to Vídeo e após a edição e transcrição foram gerados os dados que analisamos a seguir.

Para a análise dividimos esta tarefa em cinco unidades de análise que compreendem as atividades de desenhar o retângulo verde, o losango amarelo, o círculo azul, a faixa branca e a quinta unidade de análise é constituída pelas descrições que não estão relacionadas ao desenho do esboço da bandeira do Brasil.

3.3.1 – Análise da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq

A impressão inicial de que Ana resolveria esta tarefa com facilidade, em função do planejamento apresentado, não se confirmou quando iniciou a atividade de desenhar o retângulo verde. Para esta atividade deveriam ser utilizadas funções polinomiais do 1º grau e inequações do 1º grau e embora Ana tenha identificado corretamente esta necessidade aplicou 12 vezes estes objetos matemáticos de forma inadequada. Consideramos inadequadas as descrições que apresentavam problemas na representação matemática, como por exemplo, $5 < x < -5$ enquanto que o correto seria $-5 < x < 5$. Acreditamos que isso tenha ocorrido devido à dificuldade de Ana em utilizar as inequações para definição das regiões que deveriam ser preenchidas no desenho.

A Tabela 20 apresenta o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas para a resolução da tarefa de desenhar o retângulo verde do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 20 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	32	96,97
	Ac	1	3,03
	Total	33	100
Objeto Matemático	Adequado	14	53,85
	Inadequado	12	46,15
	Total	26	100
Duração da atividade		10 min 10 seg	12,03*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice B

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 24 min 29 seg utilizado para a resolução da tarefa.

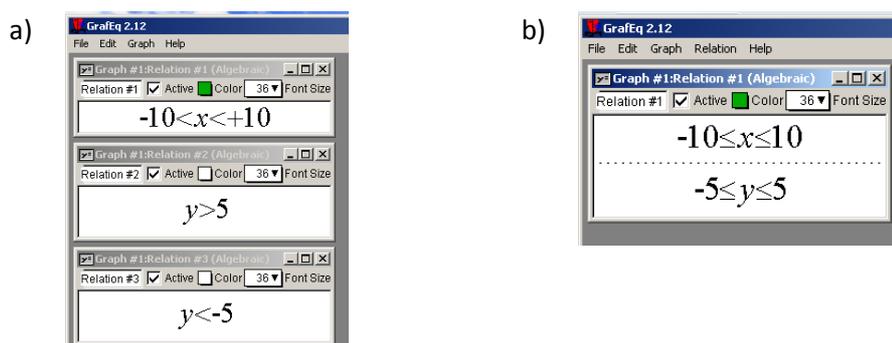
Ana usou adequadamente os objetos matemáticos em 14 descrições. Essa quantidade de descrições foram necessárias para que Ana conseguisse desenhar e ajustar as dimensões do retângulo.

Observamos que Ana utilizou três relações para a definição da região retangular:

- relação 1: $-10 < x < 10$, define a região a ser preenchida na cor verde;
- relação 2: $y > 5$, define uma região que não deveria ter preenchimento;
- relação 3: $y < -5$, define uma região que não deveria ter preenchimento;

Esta mesma região poderia ser definida com a relação $(-10 \leq x \leq 10)$ e uma restrição sobre a variação dos valores de y $(-5 \leq y \leq 5)$.

Figura 25 – Relações: (a) utilizadas por Ana (b) opção sugerida



Fonte: Dados da pesquisa

Do total de 33 descrições realizadas podemos caracterizar 32 como aplicações dos esquemas de ação instrumentada desenvolvidos por Ana para este *software*, uma vez que representam as suas ações utilizando o *software* para a realização da atividade proposta.

Podemos observar na Tabela 21 o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas por Ana para desenhar o losango amarelo do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 21 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	2	3,03
	It	64	96,97
	Ac	0	0
	Total	66	100
Objeto Matemático	Adequado	45	93,75
	Inadequado	3	6,25
	Total	48	100
Duração da atividade		39 min 26 seg	46,68*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice B

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 24 min 29 seg utilizado para a resolução da tarefa.

O desenho do losango amarelo foi a atividade que consumiu mais tempo na realização desta tarefa e foi realizada em dois momentos distintos. No primeiro momento Ana apresentou dificuldade para determinar corretamente a inclinação da função de 1º grau utilizada para limitar o losango. Optou pelo método de tentativa e erro, o que aumentou o número de descrições utilizando objetos matemáticos adequados, ou seja, utilizou adequadamente a função do 1º grau e foi alterando o valor dos coeficientes angular e linear tentando ajustar o posicionamento da reta que representa a função. Observamos que Ana poderia ter cumprido a tarefa em menos tempo se tivesse utilizado a equação segmentária da reta $\left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1\right)$, uma vez que os pontos de intersecção com os eixos cartesianos (A(a,0) e B(0, b)) eram conhecidos.

Outro fato que demandou tempo e várias descrições com objetos matemáticos adequados foi a determinação dos intervalos que deveriam ser preenchidos pela cor amarela. Após perceber que Ana já havia realizado várias tentativas de determinar estes intervalos utilizando duas relações sem obter sucesso nos aproximamos e estabelecemos o seguinte diálogo²⁵:

Pesquisador: *O que está acontecendo?*

Ana: *Não consigo pintar dentro do losango. Ou pinta tudo para um lado ou para o outro.*

Pesquisador: *As relações estão corretas?*

Ana: *Sim. Olha desenhou o losango certinho.*

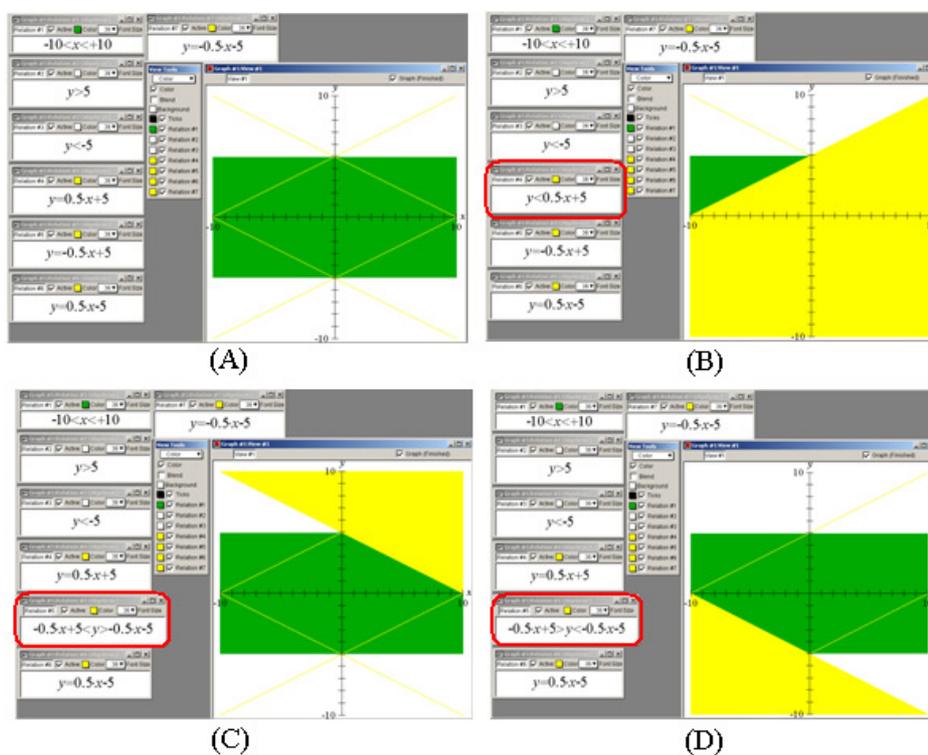
Pesquisador: *Então será que a limitação da área a ser colorida não deve ocorrer simultaneamente?*

(Anotações encontro presencial)

Por meio deste diálogo podemos observar a dificuldade que Ana tem em utilizar as inequações para definir as regiões que devem ser preenchidas no desenho. Ela já havia determinado corretamente as funções que limitavam o losango, mas não conseguia transformar estas funções em inequações para realizar o seu preenchimento. Observamos em algumas de suas tentativas problemas relacionados à escrita das inequações (Figura 26 (C) e (D)). A Figura 26 apresenta algumas das tentativas de Ana.

²⁵ Conforme registros do encontro presencial de 01 Nov 2012.

Figura 26 – (A) descrições que desenharam o losango; (B) tentativa de preenchimento do losango utilizando uma relação; (C) tentativa de preencher o losango utilizando duas relações; (D) tentativa de preencher o losango utilizando duas relações.



Fonte: Dados da pesquisa.

Com base no diálogo Ana analisou as relações que havia digitado e selecionou a relação $-0,45x + 4 > y > -0,45x - 4$ e inseriu como restrição a relação $0,45x + 4 > y > 0,45x - 4$, e assim conseguiu limitar e preencher a figura como desejava.

O segundo momento desta atividade ocorreu após Ana ter desenhado o círculo azul. Preparando-se para iniciar a faixa branca Ana acessou o site de busca Google para visualizar a imagem da bandeira e verificar o posicionamento correto da faixa. Neste momento percebeu que os vértices do losango não tangenciavam a extremidade do retângulo e então resolveu redimensionar o losango que havia desenhado. Nesta atividade, também por tentativa e erro, Ana realizou várias descrições editando a relação que delimitava o losango até deixá-lo do tamanho desejado.

De todas as 64 descrições realizadas nesta atividade apenas duas representam momentos em que Ana investiga o *software*, e por isso podemos inferir que esteja desenvolvendo esquemas de uso, ou seja, esta em um processo de instrumentalização. As demais 62 descrições realizadas caracterizam esquemas de ações instrumentadas, ou seja, esta em um processo de instrumentação.

A Tabela 22 apresenta o resultado da análise quantitativa das ações de Ana para desenhar o círculo azul do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 22 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	7	100
	Ac	0	0
	Total	7	100
Objeto Matemático	Adequado	5	83,33
	Inadequado	1	16,67
	Total	6	100
Duração da atividade		2 min 40 seg	3,16*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice B

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 24 min 29 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Esta atividade foi a que demandou menos tempo e o menor número de descrições. Acreditamos que isso ocorreu por se tratar de uma atividade em que o objeto matemático necessário era a equação da circunferência que foi bastante explorada na tarefa anterior.

As descrições realizadas representam ações instrumentadas e em apenas uma o objeto matemático pode ser considerado inadequado, pois Ana inseriu a equação geral da circunferência, todas as demais foram utilizadas para ajustar a medida da circunferência à bandeira.

A Tabela 23 apresenta o resultado da análise quantitativa das ações de Ana na tentativa de desenhar a faixa branca do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 23 – Análise quantitativa da atividade de desenhar a faixa branca da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar a faixa branca da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	10	100
	Ac	0	0
	Total	10	100
Objeto Matemático	Adequado	1	16,67
	Inadequado	5	83,33
	Total	6	100
Duração da atividade		7 min 02 seg	8,33*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice B

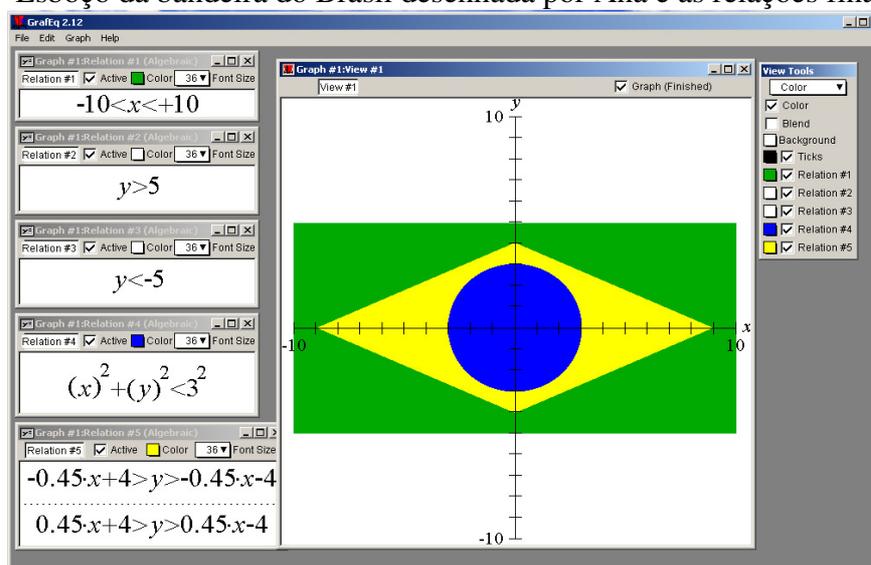
* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 24 min 29 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Para esta atividade Ana não conseguiu identificar um objeto matemático que fosse adequado para desenhar a faixa. Iniciou as descrições utilizando a equação da circunferência tentando ajustar a medida e a posição, mas comparando com a imagem da bandeira percebeu que não poderia ser utilizada a circunferência para desenhar a faixa. Tentou então utilizar uma elipse, mas embora tenha aplicado este objeto matemático na resolução da atividade de desenhar o “Smile” não lembrava a equação da elipse. Por esse motivo acessou a ferramenta de busca Google para localizar um site que tratasse deste objeto matemático e ao selecionar uma das opções listadas dedicou alguns minutos à sua leitura e estudo.

De posse da equação da elipse fez algumas descrições, mas desistiu de realizar esta atividade.

A Figura 27 apresenta o resultado de Ana para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Figura 27 – Esboço da bandeira do Brasil desenhada por Ana e as relações finais utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a resolução da atividade de desenhar um esboço da bandeira do Brasil podemos perceber que do total de descrições realizadas por Ana apenas duas durante a atividade de desenhar o losango estão relacionadas à investigação de propriedades do *software*, ou seja, tem o objetivo de desenvolver esquemas de uso que são característica do processo de instrumentalização. As demais descrições representam ações em que Ana

utiliza o *software* como um instrumento para a resolução da atividade proposta, ou seja, são ações instrumentadas que caracterizam o processo de instrumentação.

Por meio desta análise é possível perceber também que o grande número de descrições realizadas está relacionado à dificuldade de Ana em identificar qual objeto matemático deve ser empregado para a resolução da atividade e/ou por não compreender/utilizar as propriedades destes objetos.

3.3.2 – Análise da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq

As imagens capturadas das telas dos monitores dos computadores foram editadas e transcritas gerando um conjunto de dados que representam a tarefa, para a análise os dados foram agrupados em quatro unidades de análise que compreendem as atividades de desenhar o retângulo verde, o losango amarelo, o círculo azul e a quarta unidade de análise é constituída pelas descrições que não estão relacionadas ao desenho do esboço da bandeira do Brasil.

Nossa expectativa inicial com relação a execução desta tarefa não se confirmou como podemos perceber por meio da Tabela 24 que apresenta o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas na unidade de análise referente a atividade de desenhar o retângulo verde do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 24 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	1	3,13
	It	29	90,63
	Ac	2	6,25
	Total	32	100
Objeto Matemático	Adequado	20	95,24
	Inadequado	1	4,76
	Total	21	100
Duração da atividade		09 min 50 seg	10,67*

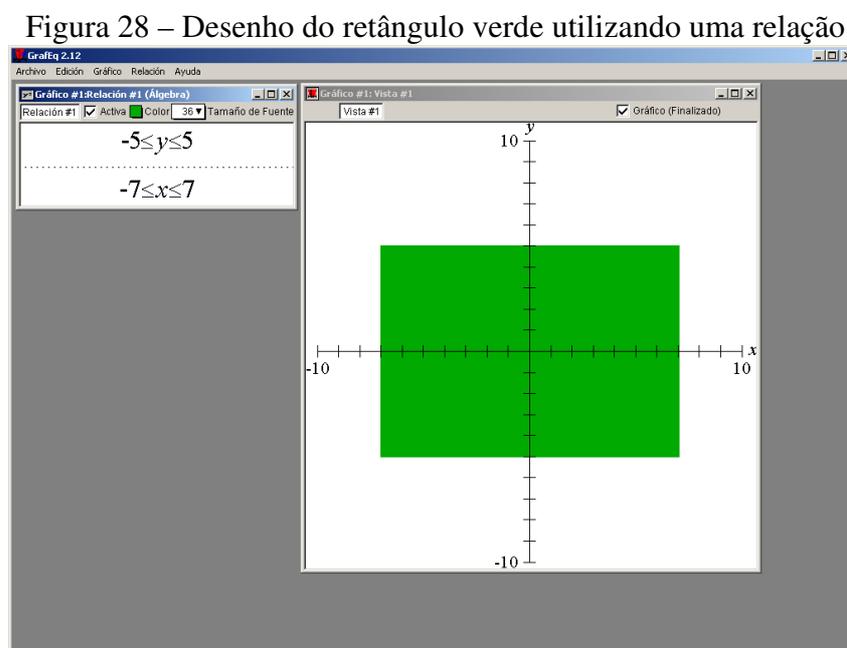
Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice E

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 12 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Paula para desenhar o retângulo utilizou 32 descrições sendo que dessas 29 representam a utilização de esquemas de ação instrumentada, pois indicam a utilização de esquemas desenvolvidos pela professora para uso do GrafEq. Outras 2 descrições não estão relacionadas com o uso do GrafEq para a execução da tarefa (acesso a internet), além dessas descrições destacamos uma relacionada ao processo de instrumentalização para o uso do *software*: Paula investiga o menu flutuante “ferramentas de visualização” da janela de visualização gráfica e verifica que pode por meio deste menu alterar a cor dos gráficos que representam as relações e também pode modificar a ordem de sobreposição dos gráficos na janela de visualização gráfica.

Esta investigação possibilitou a Paula o desenvolver esquemas de ação instrumentada que foram utilizados na execução da tarefa.

Do ponto de vista matemático esta atividade poderia ser resolvida com uma única relação na qual se define a região retangular com as dimensões que se desejar como demonstramos na Figura 28. Porém Paula utilizou 20 descrições para desenhar, aparentemente, um retângulo.

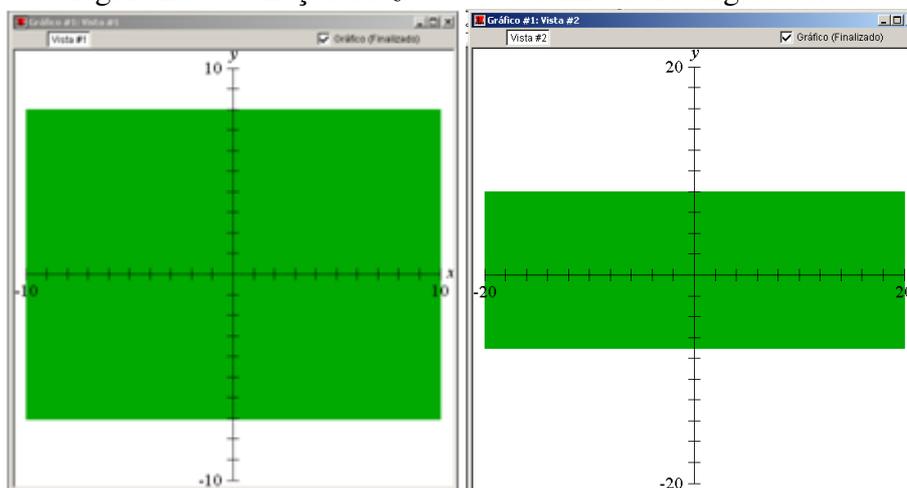


Fonte: Dados da pesquisa.

Utilizamos este termo “aparentemente” porque a exibição do desenho na janela de visualização gráfica nos leva a crer que se trata de um retângulo, porém se analisarmos as relações percebemos que não foram estabelecidos os limites da região em relação ao eixo

das abscissas (variação de x). Desta forma de alterarmos o *zoom* da exibição observaremos uma faixa e não um retângulo (Figura 29).

Figura 29 – Variação do *zoom* do desenho do retângulo verde



Fonte: Dados da pesquisa.

A próxima atividade desenvolvida por Paula na execução da tarefa foi desenhar o losango amarelo. Esta atividade demandou o maior tempo e número de descrições para ser realizada uma vez que Paula optou por desenhar o losango utilizando quatro retas para limitar a região que deveria ser preenchida em amarelo. Devido a esta escolha foi possível perceber a sua dificuldade em empregar adequadamente as propriedades da reta para escrever as funções de 1º grau que as representavam. A Tabela 25 apresenta análise quantitativa desta atividade.

Tabela 25 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	2	2,06
	It	94	96,91
	Ac	1	1,03
	Total	97	100
Objeto Matemático	Adequado	77	96,25
	Inadequado	3	3,75
	Total	80	100
Duração da atividade		50 min 09 seg	54,39*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice E

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 12 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Do total de 97 descrições 94 representam ações instrumentadas de Paula na utilização do GrafEq para a resolução da atividade e em 2 descrições ela acessa e analisa as opções de comando no menu principal do *software*, que podemos caracterizar como momentos de instrumentalização para uso do *software*.

Pode-se perceber que Paula identificou corretamente qual objeto matemático poderia ser utilizado para a realização da atividade, no entanto foram necessárias 77 descrições devido a dificuldade em utilizar corretamente as propriedades das retas para ajustar a inclinação das mesmas e ainda, para a definição, por meio de inequações, da região a ser preenchida.

Para definir as relações algébricas Paula poderia ter utilizado a equação segmentária da reta $\left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1\right)$ uma vez que os pontos A(a,0) e B(0, b) necessário poderiam ser a intersecção da reta com os eixos cartesianos, porém utilizou o método de tentativa e erro para essa definição

Digita $y = x + 3$ e plota o gráfico
Edita $y = x + 3$, digita $y = -x + 3$ e plota o gráfico
Edita $y = -x + 3$, digita $y = -x + 6$ e plota o gráfico
Edita $y = -x + 6$, digita $y = -x + 8$ e plota o gráfico
Edita $y = -x + 8$, digita $y = -x + 9$ e plota o gráfico
Edita $y = -x + 9$, digita $y = -2x + 9$ e plota o gráfico
Edita $y = -2x + 9$, digita $y = -x + 9$ e plota o gráfico
 ...
Edita $y = -x + 9$, digita $y = -x + 8$ e plota o gráfico
 ...
Edita $y = -x + 8$, digita $y = -x + 6$ e plota o gráfico
 (Transcrição das imagens – Apêndice E)

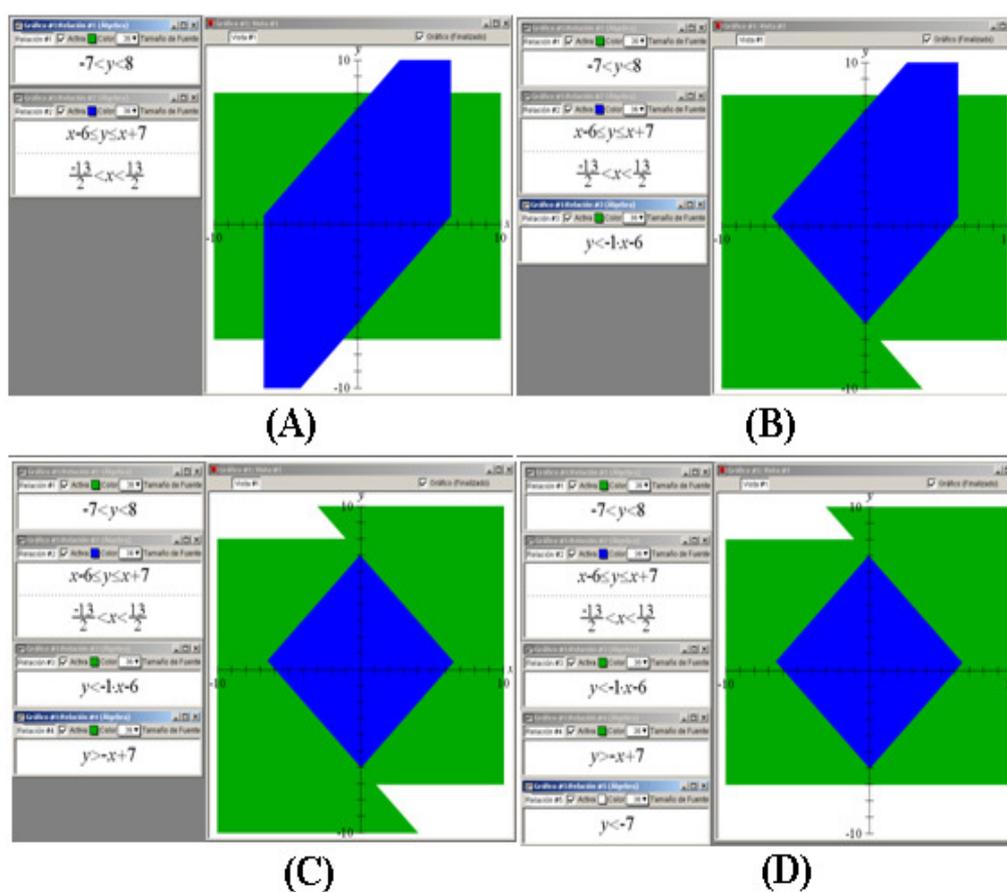
Para definir a reta paralela a esta Paula insere uma nova relação e

Digita $y = -\frac{1}{3}x - 9$ e plota o gráfico
Edita $y = -\frac{1}{3}x - 9$, digita $y = -1x - 9$ e plota o gráfico
Edita $y = -1x - 9$, digita $y = -1x - 6$ e plota o gráfico
Edita $y = -1x - 6$, digita $y = -1x - 5$ e plota o gráfico
Edita $y = -1x - 5$, digita $y = -1x - 3$ e plota o gráfico
 ...
Edita $y = -1x - 3$, digita $y = -1x - 6$ e plota o gráfico
 (Trasncrição da imagens – Apêndice E)

Paula não teria a necessidade de realizar estas descrições se lembrasse que retas paralelas possuem coeficientes angulares iguais assim precisaria apenas ajustar o coeficiente linear para afastar as retas.

A definição da região que deveria ser preenchida com a cor amarela também demandou muitas descrições e para ocultar parte da região colorida indevidamente Paula utiliza o recurso de alterar a ordem de sobreposição dos gráficos disponível no menu flutuante da janela de visualização gráfica (Figura 30 A, B e C). Para ocultar outras regiões em que o recurso acima não foi suficiente para ocultar a definição equivocada Paula fez descrições nas quais utilizou a cor branca para confundir com o fundo (Figura 30 D).

Figura 30 – Descrições de Paula para definir o losango do esboço da bandeira do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 26 apresenta o resultado da análise quantitativa das ações de Paula para desenhar o círculo azul do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 26 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	5	100
	Ac	0	0
	Total	5	100
Objeto Matemático	Adequado	2	100
	Inadequado	0	0
	Total	2	100
Duração da atividade		3 min 02 seg	3,16*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice E

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 32 min 12 seg utilizado para a resolução da tarefa.

Considerando que nesta atividade o objeto matemático necessário (equação da circunferência) foi utilizado várias vezes na tarefa de desenhar o “*Smile*” Paula não teve dificuldade em empregar os esquemas desenvolvidos. Esta atividade foi a que demandou menos tempo e o menor número de descrições.

Paula não tentou desenhar a faixa branca da Bandeira do Brasil, finalizando a tarefa assim que concluiu o desenho do círculo azul.

Tabela 27 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.

Atividade: Descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	10	24,39
	It	3	7,32
	Ac	28	68,29
	Total	41	100
Duração da atividade		29 min 11 seg	31,65*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice E

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 30 min 32 seg utilizado para a resolução da tarefa.

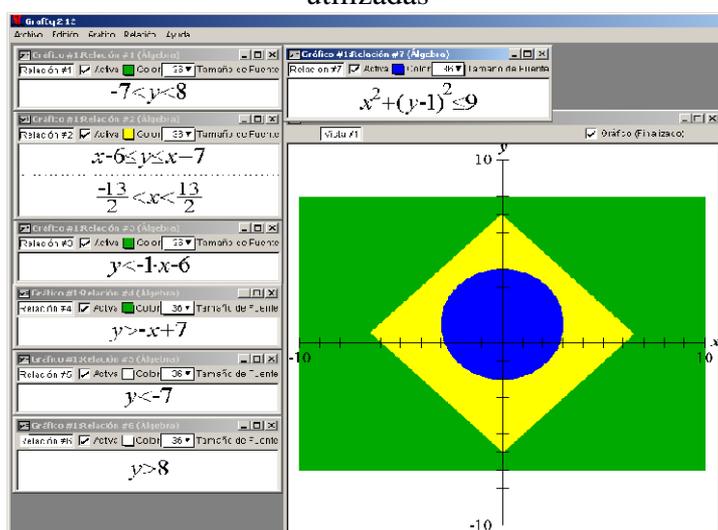
Podemos perceber que das 41 descrições realizadas por Paula e que não tem relação direta com a execução de nenhuma das atividades da tarefa 28 são descrições relacionadas a abertura e fechamento de arquivos em outros aplicativos, acesso a *sites* e a e-mail. As 10 descrições de investigação de potencialidades do *software*, que caracterizam a

instrumentalização, foram realizadas no menu principal e nos menus flutuantes da janela de apresentação gráfica e das janelas das relações.

Paula consumiu 31, 65% do tempo total de execução da tarefa com essas ações devido a interação com os colegas e professores/tutores assim como o acesso e a leitura de e-mails da professora.

A Figura 31 apresenta o resultado de Paula para a tarefa de desenhar a bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Figura 31 – Esboço da Bandeira do Brasil desenhado por Paula e as relações finais utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil permite perceber que o *software* GrafEq, para este tipo de tarefa, pode ser considerado um instrumento para Paula, pois a maior parte das descrições realizadas caracterizam o emprego de esquemas de ação instrumentada. Porém a constituição do instrumento é um processo no qual o sujeito por meio da instrumentalização desenvolve novos esquemas de uso que transformam ou adaptam o instrumento para a utilização em um determinado fim. Este processo pode ser percebido na execução das atividades quando Paula investiga, testa e utiliza alguns comandos disponíveis nos menus do *software*.

Esta análise nos permite inferir que Paula encontra-se em processo de instrumentalização para a utilização do *software* GrafEq.

Com relação aos objetos matemáticos necessários para a execução desta tarefa pode-se perceber que Paula apresenta dificuldade no emprego das propriedades de função

do 1º grau utilizadas para desenhar as diferentes figuras planas que compõem a bandeira, assim como teve dificuldade na utilização adequada das propriedades das inequações na determinação das regiões que seriam preenchidas com as cores da bandeira.

3.3.2 – Análise da resolução de Julia para a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq

As imagens da tela do monitor do computador que Julia utilizou para realizar esta tarefa foram capturadas por meio do *software* Free Screen to Video e após a transcrição em uma tabela gerou o conjunto de dados que analisaremos a seguir.

Para a análise dividimos esta tarefa em quatro unidades de análise que compreendem as atividades de desenhar o retângulo verde, o losango amarelo, o círculo azul e a quinta unidade de análise é constituída pelas descrições que não estão relacionadas ao desenho do esboço da bandeira do Brasil.

A Tabela 28 apresenta o resultado da análise quantitativa das ações desenvolvidas para desenhar o retângulo verde do esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Tabela 28 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o retângulo verde da bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	9	47,37
	It	10	52,63
	Ac	0	0
	Total	19	100
Objeto Matemático	Adequado	9	100
	Inadequado	0	0
	Total	9	100
Duração da atividade		23 min 34 seg	21,42*

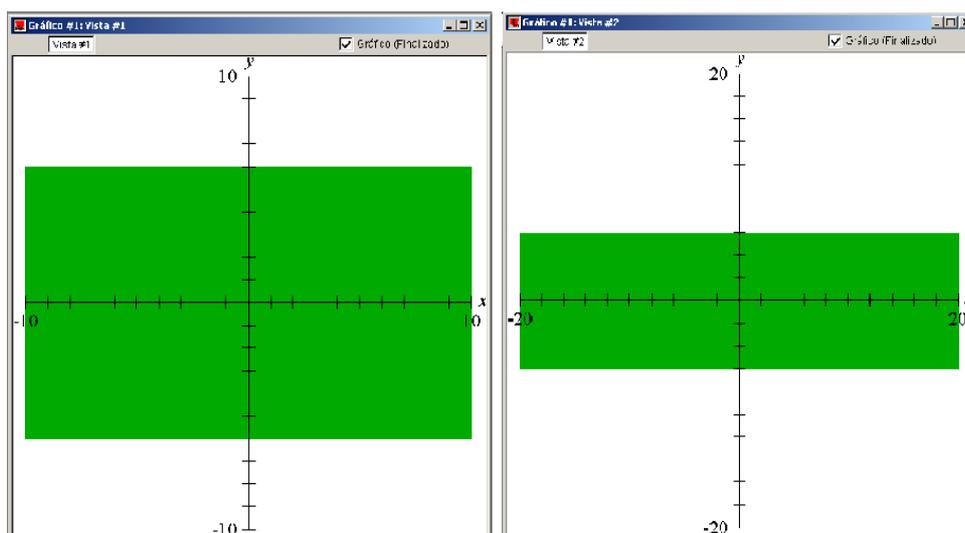
Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice I

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 50 min utilizado para a resolução da tarefa.

Julia realizou esta atividade fazendo 19 descrições sendo que em 9 destas podemos observar ações de investigação sobre modos de exibição das janelas gráficas e janelas de relações algébricas. As outras 10 descrições de Julia são referentes as utilização de esquemas de ação instrumentada para a resolução da atividade. Foi necessária essa

quantidade de descrições para ajustar a altura do que aparentemente é um retângulo. Observamos que Julia definiu o intervalo de variação para os valores de “y” mas não definiu um intervalo de variação para os valores de “x” desta forma o retângulo é formado devido ao *zoom* da janela gráfica, se for alterado o *zoom* perceberemos que a descrição de Julia determina uma faixa (Figura 32).

Figura 32 – Visualização da mudança de zoom da janela gráfica



Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 29 apresenta a análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo do esboço da bandeira do Brasil.

Tabela 29 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o losango amarelo da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	1	1,47
	It	65	95,59
	Ac	2	2,94
	Total	68	100
Objeto Matemático	Adequado	49	100
	Inadequado	0	0
	Total	49	100
Duração da atividade		50 min 52 seg	46,24*

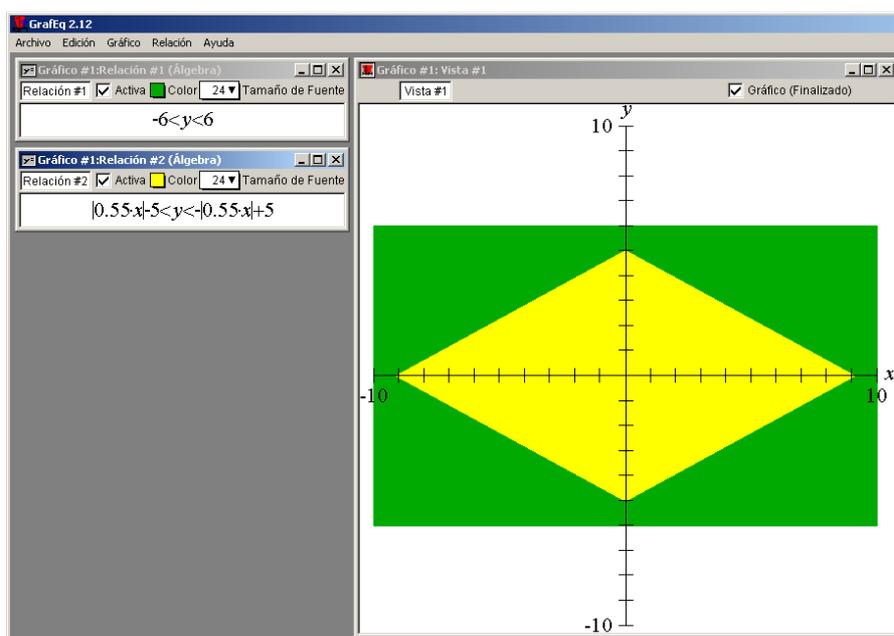
Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice I

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 50 min utilizado para a resolução da tarefa.

Para desenhar o losango Julia realizou 68 descrições sendo que em 65 ela empregou esquemas de ação instrumentada, ou seja, foram descrições que tinham como objetivo utilizar o *software* para resolver a atividade. Embora tenha identificado e utilizado os objetos matemáticos adequados para a resolução da atividade (equações e inequações do 1º grau) o desenho do losango amarelo foi a atividade que consumiu mais tempo na realização desta tarefa, isso porque Julia teve dificuldade em definir os intervalos que deveriam ser preenchidos com a cor amarela.

Uma alternativa para desenhar este losango seria a utilização de funções modulares que poderiam reduzir o número de descrições e com isso diminuir o tempo necessário para conclusão da atividade (Figura 33).

Figura 33 – Desenho do losango utilizando função modular



Fonte: Dados da pesquisa.

Por meio da Tabela 30 realizamos a análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul do esboço da bandeira do Brasil.

Tabela 30 – Análise quantitativa da atividade de desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Atividade: Desenhar o círculo azul da Bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	0	0
	It	7	100
	Ac	0	0
	Total	7	100
Objeto Matemático	Adequado	3	100
	Inadequado	0	0
	Total	3	100
Duração da atividade		6 min 29 seg	5,89*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil – Apêndice I

* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 50 min utilizado para a resolução da tarefa.

Podemos perceber que para este tipo de atividade Julia já está instrumentalizada, ou seja, para desenhar circunferências o GrafEq pode ser considerado um instrumento para ela. Por isso esta atividade foi a que demandou menos tempo e o menor número de descrições.

Considerando que Julia não fez nenhuma tentativa de desenhar a faixa branca existente na bandeira finalizaremos esta análise com as descrições realizadas antes, durante e após o desenho do esboço da bandeira do Brasil.

Tabela 31 – Análise quantitativa de descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq, mas que não estão diretamente relacionadas à tarefa.

Atividade: Descrições realizadas antes, durante e após a tarefa de desenhar a bandeira do Brasil utilizando o <i>software</i> GrafEq.			
		Quantidade de descrições	%
Gênese Instrumental	Itz	7	21,88
	It	7	21,88
	Ac	18	56,25
	Total	32	100
Duração da atividade		29 min 44 seg	26,44*

Fonte: Tabela de transcrição do vídeo da resolução da tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil – Apêndice I

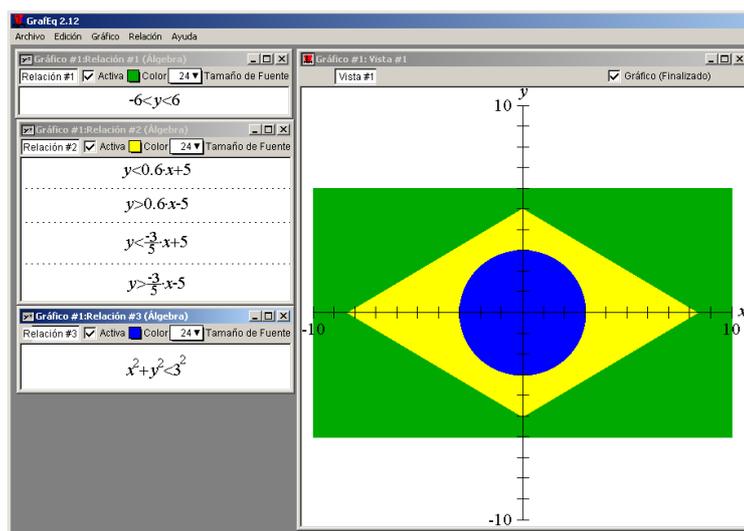
* Porcentagem referente ao tempo total de 1 h 50 min utilizado para a resolução da tarefa.

Observamos que das 32 descrições realizadas por Julia 18 representam ações comuns, ou seja, acessar outros *softwares*, copiar e colar o conteúdo da tela em arquivos de texto, salvar arquivos, etc. Em 7 descrições ela investiga o GrafEq acessando os menus de comandos verificando as possibilidades e testando algumas delas, enquanto que em outras

7 descrições utiliza esquemas de ação instrumentada para acessar o software para a execução da tarefa proposta.

A Figura 34 apresenta o resultado de Julia para a tarefa de desenhar a bandeira do Brasil utilizando o *software* GrafEq.

Figura 34 – Bandeira do Brasil desenhada por Julia e as relações finais utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a resolução da tarefa de desenhar o esboço da bandeira do Brasil percebemos que do total de descrições realizadas por Julia apenas 17 estão relacionadas à investigação de propriedades do *software*, ou seja, tem o objetivo de desenvolver esquemas de uso que são característica do processo de instrumentalização. As demais descrições representam ações em que Julia utiliza o *software* como um instrumento para a resolução da atividade proposta, ou seja, são ações instrumentadas que caracterizam o processo de instrumentalização.

Por meio desta análise é possível perceber também que o grande número de descrições realizadas está relacionado à dificuldade de Julia utilizar as propriedades dos objetos matemáticos que foram empregados na resolução da tarefa.

Encerramos a análise da execução das tarefas propostas com o *software* GrafEq e no próximo item apresentamos uma síntese das contribuições da utilização do Ciclo e Ações e da Espiral da Aprendizagem, Valente (2005), para a compreensão da apropriação do *software* com vistas ao ensino da Matemática.

3.4 – Síntese das contribuições do Ciclo de Ações e da Espiral de Aprendizagem na análise da apropriação do *software* GrafEq com vistas ao ensino da Matemática.

Nas atividades desenvolvidas por Ana, Paula e Julia pode-se observar, por meio das transcrições das imagens, a ocorrência das ações de descrição-execução-reflexão-depuração constituintes do ciclo de ações proposto por Valente (2005). Além destes elementos do ciclo relacionados a interação do professor com o computador pode-se observar também a influência do meio social, aqui representado pelas interações com os colegas e a utilização da internet, e a presença do agente de aprendizagem (professores e tutores do curso).

Percebe-se ainda a influência do meio social e dos agentes de aprendizagem, por exemplo, quando Ana decidiu inserir uma elipse para representar o nariz no desenho do *Smile* após ter visto que um colega havia feito isso em seu desenho. Este fato desencadeou uma série de interações de Ana com os professores/tutores, colegas e o acesso a internet para a realização de pesquisa a fim de identificar propriedades deste objeto matemático.

As informações trocadas com colegas, professores/tutores ou obtidas da internet são depuradas e “assimiladas pela estrutura mental (passa a ser conhecimento) e utilizada no programa para modificar a descrição anteriormente definida” (VALENTE, 1999, p. 91).

Segundo Valente (1999, p. 91) “a reflexão pode produzir diversos níveis de abstração” sendo a mais simples denominada de abstração empírica que “permite ao aprendiz extrair informações do objeto ou das ações do objeto”. Outro nível, a abstração pseudo-empírica, “permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento da sua ação ou do objeto”. Nestes dois níveis de abstração (empírica e pseudo-empírica) o aprendiz ainda está muito dependente dos resultados empíricos e as depurações podem ser vistas como pequenos ajustes e não como mudanças conceituais (VALENTE, 2005 p. 68).

A observação da resolução das tarefas propostas nos leva a inferir que, em relação aos objetos matemáticos utilizados, as abstrações realizadas por Ana, Paula e Julia podem ter ficado restritas a abstrações empíricas e pseudo-empíricas, pois não temos elementos suficientes para determinar se ocorreram mudanças conceituais em relação a tais objetos.

O nível de abstração em que ocorrem mudanças conceituais e construção de novos conhecimentos é chamado de abstração reflexionante. Os novos conhecimentos podem ser produzidos a partir das informações provenientes de abstrações empíricas ou pseudo-empíricas que são projetadas para níveis superiores do pensamento onde são reorganizadas

(VALENTE, 2005, p.68). Pelo observado podemos inferir que este tipo de abstração ocorreu no processo de gênese instrumental de Ana, Paula e Julia relativo ao *software* GrafEq.

O ciclo de ações esta presente tanto nos momentos de instrumentalização, investigação das características, potencialidades e limitações do *software* (artefato) e desenvolvimento dos esquemas de uso do mesmo, quanto nos momentos de instrumentação, desenvolvimento dos esquemas de utilização do *software* na resolução da atividade.

No desenvolvimento da primeira tarefa com este *software* (desenhar o barco) observamos que Ana, Paula e Julia acessam com maior frequência o menu de comandos para identificar e localizar opções ali existentes e na realização das outras tarefas esta frequência diminui. Podemos dessa forma inferir que ocorreu uma evolução do *software* do patamar de artefato no sentido de transformar-se em instrumento.

Pela definição apresentada por Rabardel (1995) o instrumento é uma entidade mista constituída por um artefato e pelos esquemas de utilização associados ao artefato, sendo que estes esquemas de utilização são uma construção própria e autônoma do sujeito. Assim acreditamos que o desenvolvimento destes esquemas foi além das abstrações empíricas e pseudo-empíricas produzindo novos conhecimentos relacionados à utilização do *software*. Isso fica evidenciado na realização da tarefa de desenhar a bandeira do Brasil, quando Ana realiza 116 descrições para executar a tarefa e destas temos que 113 descrições representam ações em que ela utiliza os recursos do software para a resolução da tarefa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação teve como origem os resultados da pesquisa de Coraça (2010) que indicam que o professor de matemática que exerce a função de coordenador de tecnologias educacionais utiliza pouco esses recursos, quando atua como professor regente, para o ensino de matemática. Considerando este resultado propomos o seguinte questionamento: como professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, se apropriam do computador visando o ensino de matemática?

Para responder a este questionamento desenvolvemos esta investigação cujo objetivo geral foi investigar o processo de apropriação do computador por professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental, que atuam em sala de tecnologia, visando o ensino de matemática. Este objetivo geral nos conduziu a determinação de dois objetivos específicos: identificar e analisar dificuldades relacionadas ao uso do computador por professores de matemática para o ensino de matemática; e analisar a influência dos conhecimentos específicos do professor de matemática em seu processo de instrumentação para a integração do computador em sua prática pedagógica.

Esta pesquisa foi realizada com professores de matemática, que atuam como coordenadores de tecnologias educacionais em escolas públicas de Campo Grande-MS, ao longo do curso de Formação de Multiplicadores no uso de Tecnologia Educacional Matemática, oferecido como projeto de extensão pelo GETECMAT no período de maio de 2011 a abril de 2012. O principal aporte teórico foi dado pela Teoria da Atividade Instrumentada (RABARDEL, 1995) que nos permitiu analisar o processo de gênese instrumental do uso do computador pelo professor de matemática para fins pedagógicos.

Para analisarmos o desenvolvimento dos esquemas de uso (instrumentalização) e dos esquemas de ação instrumentada (instrumentação) que ocorrem durante o processo de gênese instrumental do professor utilizamos o Ciclo de Ações e a Espiral de Aprendizagem propostos por Valente (2005).

Considerando as ações dos professores durante o desenvolvimento das tarefas propostas ao longo do curso podemos constatar o processo de gênese instrumental conforme definido por Rabardel (1995). Nas análises, sempre que possível, procuramos fazer uma distinção entre os processos de instrumentalização e de instrumentação para evidenciar as suas características e ocorrências, porém estes dois processos ocorrem de

forma contínua e imbricadas, embora em alguns momentos um seja mais evidente que o outro.

Os esquemas de uso, que caracterizam a instrumentalização, tornam-se mais evidentes nos primeiros contatos do sujeito com o *software* (artefato) que o investiga para identificar suas potencialidade e limitações para sua aplicação na realização da tarefa proposta. Porém percebe-se que ao utilizar o *software*, como um instrumento na realização da tarefa, o sujeito depara-se com situações em que necessita novas investigações das características artefato do *software*, ou seja, a instrumentalização não ocorre apenas em um determinado momento é um processo contínuo na utilização de um determinado artefato.

A utilização do *software* (como instrumento) na realização da tarefa proposta torna-se possível pelo desenvolvimento e aplicação dos esquemas de ação instrumentada, característica do processo de instrumentação.

A observação desses processos foi facilitada quando analisamos as ações do professor por meio do Ciclo de Ações proposto por Valente (2005). O Ciclo de Ações ocorre na interação do professor com o computador que neste caso pode representar tanto o processo de instrumentalização, quando a intenção do sujeito é de apreender o artefato, quanto o processo de instrumentação, quando a intenção do sujeito é de utilizar este artefato para um determinado fim.

Destacamos a forte influência do meio social, representado pelos colegas e pelo acesso a sites da internet, e do agente de aprendizagem, representado pelos professores e tutores, para a socialização de esquemas de utilização e de ação instrumentada que são abstraídos e transformados pelos sujeitos.

Neste estudo não nos detivemos em analisar os níveis de abstração que os professores desenvolveram ao realizar as reflexões sobre as execuções do *software*, porém as depurações indicam que estas reflexões ocorreram mesmo que no seu nível mais elementar, ou seja, abstrações empíricas. Este fato pode ser percebido pela diminuição do número de descrições necessárias para o posicionamento e o dimensionamento de circunferências utilizadas em mais de uma das tarefas propostas aos professores.

A análise do desenvolvimento de determinadas atividades propostas aos professores podemos perceber que estes apresentaram dificuldade para identificar qual objeto matemático, ou propriedades deste, eram necessários para a resolução da atividade. Esta dificuldade ficou claramente evidenciada em postagens realizadas por Ana no ambiente

virtual de aprendizagem disponibilizado no curso e também em diálogos durante os encontros presenciais

Olá pessoal!

Esta atividade é sobre o sol que fizemos no último encontro. Também achei mais difícil que a primeira pois tive que relembrar conceitos que em particular não via a algum tempo, com ajuda da internet para relembrar algumas funções sobre circunferência e dos colega presente no encontro consegui construir a figura. Vou anexar a figura aqui.

Até mais... (ANA, 3/11/2011, 10:59h)

Eu até observei as coisas que o A. tinha feito, mas eu acredito que nesse software que eles aprenderam em dezembro eu teria muita dificuldade. Eu não tenho muito conhecimento em cima do desenho geométrico com o compasso e régua. Então esse conceito eu não tenho muito... assim... eu sei manipular, mas eu não tenho conceito suficiente, talvez, para desenvolver todas aquelas atividades que tinham sido propostas. Nesse software eu teria dificuldade com certeza... esse eu teria dificuldade, porque é muito difícil você trabalhar com o compasso e régua. (ANA, 30/05/2012)

Olá L. C. tudo bem? Desculpe quando poste a figura coloquei só o desenho sem as funções, vou anexar aqui a figura com as funções utilizadas na construção, realmente estou tendo que ter mais cuidado na hora de colorir os intervalos isso ainda não está automático, talvez isso ocorra por não trabalhar muito com inequações.

Abraços. (ANA, 18/11/2011, 9:19h)

Estas dificuldades relacionadas ao conhecimento matemático fizeram com que os professores necessitassem de mais tempo e de um número maior de descrições para a realização de uma atividade e até mesmo não completassem as tarefas propostas. Estes fatos nos levam a concluir que o conhecimento matemático do professor pode influenciar o seu processo de instrumentação, pois este pode não identificar as potencialidades de um artefato ou ainda classificá-lo como limitado para o ensino de matemática por não conseguir estabelecer uma relação entre o conteúdo matemático a ser explorado e o artefato.

Pelo exposto acreditamos que a apropriação do computador para o ensino de matemática é um processo que tem início quando o professor de matemática desenvolve esquemas de utilização e de ação instrumentada suficientes para transformar este artefato em um instrumento capaz de proporcionar condições para que ocorra a aprendizagem da matemática. Este processo pode ser influenciado pelo conhecimento específico de matemática dos professores e ainda evidenciar as dificuldades destes frente a determinados conteúdos.

Ao concluirmos este trabalho percebemos que existe um longo caminho a ser percorrido no campo de pesquisa de formação de professores para o uso de tecnologia para o ensino de matemática.

Um destes caminhos é o aprofundamento do estudo da utilização da Teoria da Atividade Instrumentada em conjunto com o Ciclo de Ações e a Espiral de Aprendizagem para a formação de professores e para o ensino de matemática com o uso de tecnologia, que acreditamos termos dado apenas o primeiro passo na realização desta pesquisa. Outro caminho a ser seguido é a investigação *in loco* do processo de integração da tecnologia a prática pedagógica dos professores de matemática, processo este que acreditamos extrapola o tempo de duração de uma pesquisa de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. **Informática e formação de professores**. Brasília. Ministério da Educação, 2000. (Coleção Informática para mudança na Educação).

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática** – 3ª ed. – Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 27–47.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução L. A. Reto e A. Pinheiro. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Edições 70, 2011.

BITTAR, M. Informática na Educação e formação de Professores no Brasil. **Série-Estudos (UCDB)**, Campo Grande - MS, v. 10, p. 91-106, 2000.

BITTAR, M. A Incorporação de um Software em uma Aula de Matemática: uma análise segundo a abordagem instrumental. In: ALLEVATO, N. S. G.; JANN, A. P. (Org.) **Tecnologias e Educação Matemática: ensino, aprendizagem e formação de professores**. Recife: SBEM, 2010. p. 209–225.

BITTAR, M.; GUIMARÃES, S. D.; VASCONCELLOS, M. A Integração da Tecnologia na Prática do Professor que Ensina Matemática na Educação Básica: uma proposta de pesquisa-ação. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**. V. 3.8, UFSC, 2008. p. 84–94.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C. **Informática e Educação Matemática** – 4ª Ed. – Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BORGES, M. K. Atividades realizadas por professores que atuam na educação a distância: uma abordagem da ergonomia cognitiva em formação. In: 31ª Reunião Anual da ANPED, 2008, Caxambu. Anais da 31ª Reunião Anual da ANPED, 2008. v. 1. p. 1-12.

BRANDÃO, P. C. R. **O uso de software educacional na formação inicial do professor de Matemática: uma análise dos cursos de licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Educação, Campo Grande, 2005.

CORAÇA, A. R. R. **O Uso do Computador na Prática Pedagógica de Professores de Matemática que Atuam como Professores de Tecnologia**. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UFMS, Campo Grande, 2010.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa**. 6ª Ed. rev. atualiz. Curitiba: Posigraf, 2004.

FROTA, M. C. R.; BORGES, O. Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na educação matemática. In: 27a. Reunião Anual da ANPEd, 2004, Caxambu, MG. Sociedade, Democracia e Educação: Qual Universidade?. Rio de Janeiro, RJ: ANPEd, 2004. p. 1-17.

GOLDENBERG, M. **A Arte de Pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais – 9ª ed. – Rio de Janeiro: Record, 2005.

MANZINI, E. J. Entrevista Semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: A pesquisa qualitativa em debate...anais/ II Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos. - São Paulo: Sociedade de Estudos e Pesquisa Qualitativa; Bauru: Universidade do Sagrado Coração, 2004. Disponível em <<http://www.sepq.org.br/IIisipeq/anais/pdf/gt3/04.pdf>>. Acesso em 15 mai 2012.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria Estadual de Educação. Resolução SED n. 2.491, de 8 de dezembro de 2011. Diário Oficial de Mato Grosso do Sul n. 8.085, de 9 de dezembro de 2011, pág. 14 e 15.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática – ed. rev. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARANHOS, L. R. L. **Da Possibilidade para o Real: Uma Pesquisa-ação sobre Formação de Professores Reflexivos e Autônomos na Utilização da Informática na Educação**. Dissertação de Mestrado em Educação, UFMS, Campo Grande, 2005.

PIATI, R. L. G. **Informática e Educação: A formação do Professor Prático-Reflexivo**. Dissertação de Mestrado em Educação, UCDB, Campo Grande, 2000.

RABARDEL, P. **Les Hommes & Les Technologies**: approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin Éditeur, 1995.

ROSE, D. Análise de imagens e movimento. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Tradução: GUARESCHI, P. A. – 8ª Ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. p. 343-364.

SCHERER, S. **Uma Estética Possível para a Educação Bimodal: Aprendizagem e Comunicação em Ambientes Presenciais e Virtuais**. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2005.

VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VALENTE, J. A. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem**: processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Tese de Livre Docência. Campinas:[s.n.], 2005.

VERGNAUD, G. La théorie de champs conceptuels. **Recherches em Didactique de Mathématiques**, Editora La Pensée Sauvage, Grenoble, França, 1990, v.10, n. 2.3, p 133-170.

VERGNAUD, G. O que é aprender? In: BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. (Org.) **A Aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais** – 1ª ed. – Curitiba: Editora CRV, 2009. p. 13-35.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o “Smile”

Transcrição do vídeo da atividade presencial do projeto de extensão							
Professor(a): Ana		Tarefa: Utilizar o software GrafEq para desenhar um "Smile"				Data: ??/??/2011	
Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
Acessar o software	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Itz	-	00:00:00	00:00:11	00:00:11	
	Selecionar o idioma do software	Itz	-	00:00:11	00:00:19	00:00:08	
	Concordar com os termos de uso	Itz	-	00:00:19	00:00:29	00:00:10	
	Seleção errada/fechamento do software	Itz	-	00:00:29	00:00:49	00:00:20	
	Pausa		-	00:00:49	00:01:02	00:00:13	
	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Itz	-	00:01:02	00:01:13	00:00:11	
	Selecionar o idioma do software/erro/fechamento do software	Itz	-	00:01:13	00:01:23	00:00:10	
	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Itz	-	00:01:23	00:01:28	00:00:05	
	Selecionar o idioma do software	Itz	-	00:01:28	00:01:34	00:00:06	
	Concordar com os termos de uso	Itz	-	00:01:34	00:01:43	00:00:09	00:01:43
Rosto do Smile	Pausa		-	00:01:43	00:01:58	00:00:15	
	Minimizar software	Itz	-	00:01:58	00:01:58	00:00:00	
	Máximiza software	Itz	-	00:01:58	00:02:22	00:00:24	
	Pausa	Ac	-	00:02:22	00:02:57	00:00:35	
	Acessa conteúdo do pendrive	Ac	-	00:02:57	00:03:14	00:00:17	
	Abre documento do word	Ac	-	00:03:14	00:03:24	00:00:10	
	Retorna ao software	Ac	-	00:03:24	00:03:42	00:00:18	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Retorna ao documento do word	Ac	-	00:03:42	00:03:50	00:00:08	
	Retorna ao software	Itz	-	00:03:50	00:04:02	00:00:12	
	Navega pelo menu de comandos do software	Itz	-	00:04:02	00:04:18	00:00:16	
	Seleciona "novo gráfico" no menu de comandos	Itz	-	00:04:18	00:04:20	00:00:02	
	Retorna ao documento do word	Ac	-	00:04:20	00:04:39	00:00:19	
	Retorna ao software	Itz	-	00:04:39	00:04:55	00:00:16	
	Fecha a janela "botões Fáceis"	Itz	-	00:04:55	00:05:05	00:00:10	
	Tenta acessar Internet	Ac	-	00:05:05	00:05:12	00:00:07	
	Retorna ao software	Itz	-	00:05:12	00:05:25	00:00:13	
	Retorna ao documento do word	Ac	-	00:05:25	00:05:32	00:00:07	
	Retorna ao software	Itz	-	00:05:32	00:05:34	00:00:02	
	Digita a função $y = \sin x$	It	OMI	00:05:34	00:05:51	00:00:17	
	Retorna ao documento do word	Ac	-	00:05:51	00:05:57	00:00:06	
	Retorna ao software	Itz	-	00:05:57	00:05:59	00:00:02	
	Seleciona "tipo de gráfico"	Itz	-	00:05:59	00:06:06	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:06:06	00:06:17	00:00:11	
	Edita a função $y = \sin x \Rightarrow y = x$	It	OMI	00:06:17	00:06:28	00:00:11	
	Tenta acessar Internet	Ac	-	00:06:28	00:06:38	00:00:10	
	Abre documento do word	Ac	-	00:06:38	00:06:57	00:00:19	
	Retorna ao software	Itz	-	00:06:57	00:07:17	00:00:20	
	Pausa	-	-	00:07:17	00:07:59	00:00:42	
	Edita a função $y = x \Rightarrow (x - 2)^2 y = x$	It	OMI	00:07:59	00:08:27	00:00:28	
	Tenta localizar comando no menu "botões fáceis"	Itz	-	00:08:27	00:08:50	00:00:23	
	Edita a função $(x - 2)^2 y = x \Rightarrow (x - 2)^2 y = x$	It	OMI	00:08:50	00:08:51	00:00:01	
	Edita a função $(x - 2)^2 y = x \Rightarrow (x - 2) = x$	It	OMI	00:08:51	00:09:21	00:00:30	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a função $(x - 2) = x \Rightarrow (x - 2) + (y - 2) = x$	It	OMI	00:09:21	00:10:16	00:00:55	
	Edita a função $(x - 2) + (y - 2) = x \Rightarrow (x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 3^2$	It	OMA	00:10:16	00:10:36	00:00:20	
	Pausa	-	-	00:10:36	00:12:31	00:01:55	Analisa o gráfico
	Edita o gráfico (oculta e reexibe os eixos cartesianos) utilizando o menu de ferramentas de visualização	Itz	-	00:12:31	00:12:59	00:00:28	
	Edita a função $(x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 3^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = r^2$	It	OMI	00:12:59	00:15:08	00:02:09	
	Edita a função $x^2 + Y^2 = r^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = 3^2$	It	OMA	00:15:08	00:15:49	00:00:41	
	Edita o gráfico (oculta e reexibe os eixos cartesianos) utilizando o menu de ferramentas de visualização	Itz	-	00:15:49	00:15:56	00:00:07	
	Retorna ao documento do word	Ac	-	00:15:56	00:16:07	00:00:11	
	Inicia edição de novo documento word	Ac	-	00:16:07	00:16:23	00:00:16	Registra: Equação da circunferência $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$, onde a e b são as coordenadas do centro da circunferência.
	Retorna ao software	Ac	-	00:16:23	00:19:17	00:02:54	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$	It	OMA	00:19:17	00:20:11	00:00:54	digita a mesma função
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$	It	OMA	00:20:11	00:20:32	00:00:21	digita a mesma função
	Minimiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:20:32	00:20:39	00:00:07	
	Navega pelo menu de comandos do software	Itz	-	00:20:39	00:20:42	00:00:03	
	Insera nova relação	Itz	-	00:20:42	00:20:47	00:00:05	
	Navega pelo menu de comandos do software	Itz	-	00:20:47	00:21:56	00:01:09	
	Máximiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:21:56	00:22:08	00:00:12	
	Minimiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:22:08	00:22:12	00:00:04	
	Máximiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:22:12	00:22:28	00:00:16	
	Minimiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:22:28	00:22:33	00:00:05	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Máximiza a janela de apresentação gráfica	Itz	-	00:22:33	00:22:36	00:00:03	
	Encerra o software	Itz	-	00:22:36	00:22:47	00:00:11	
	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Itz	-	00:22:47	00:22:48	00:00:01	
	Seleciona o idioma	Itz	-	00:22:48	00:22:55	00:00:07	
	Encerra o software	Itz	-	00:22:55	00:23:00	00:00:05	
	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Itz	-	00:23:00	00:23:03	00:00:03	
	Seleciona o idioma	Itz	-	00:23:03	00:23:08	00:00:05	
	Concordar com os termos de uso	Itz	-	00:23:08	00:23:17	00:00:09	
	Digita a função $x^2 + y^2 = 3^2$	It	OMA	00:23:17	00:23:29	00:00:12	00:21:46
Olho esquerdo do Smile	Inserir nova relação	It	-	00:23:29	00:23:55	00:00:26	
	Seleciona "tipo de gráfico"	It	-	00:23:55	00:24:03	00:00:08	
	Digita a função $(x - 1) + (y - 1) =$	It	OMI	00:24:03	00:24:38	00:00:35	
	Movimenta a janela gráfica	Itz	-	00:24:38	00:27:37	00:02:59	
	Edita a função $(x - 1) + (y - 1) = \Rightarrow (x - 1) + (y + 1) = 1^2$	It	OMA	00:27:37	00:27:54	00:00:17	
	Pausa		-	00:27:54	00:28:11	00:00:17	
	Edita a função $(x - 1) + (y - 1) = 1^2 \Rightarrow (x - 1)^2 + (y + 1)^2 = 1^2$	It	OMI	00:28:11	00:28:20	00:00:09	
	Pausa		-	00:28:20	00:28:35	00:00:15	
	Edita a função $(x - 1)^2 + (y + 1)^2 = 1^2 \Rightarrow (x + 1)^2 + (y + 1)^2 = 1^2$	It	OMA	00:28:35	00:28:44	00:00:09	
	Pausa	-	-	00:28:44	00:29:07	00:00:23	
	Edita a função $(x + 1)^2 + (y + 1)^2 = 1^2 \Rightarrow (x - 1)^2 + (y - 1)^2 = 1^2$	It	OMA	00:29:07	00:29:21	00:00:14	
	Pausa	-	-	00:29:21	00:29:25	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a função $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = 1^2 \Rightarrow (x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (0,5)^2$	It	OMA	00:29:25	00:29:48	00:00:23	
	Pausa	-	-	00:29:48	00:30:03	00:00:15	
	Edita o gráfico (oculta e reexibe os eixos cartesianos) utilizando o menu de ferramentas de visualização	It	-	00:30:03	00:30:36	00:00:33	
	Analisa os comandos do menu de botões fáceis	Itz	-	00:30:36	00:30:46	00:00:10	
	Edita a função $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (0,5)^2 \Rightarrow (x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (1/2)^2$	It	OMI	00:30:46	00:32:14	00:01:28	
	Pausa	-	-	00:32:14	00:32:55	00:00:41	00:09:26
Olho direito do Smile	Insera nova relação	It	-	00:32:55	00:32:58	00:00:03	
	Digita a função $(x + 1)^2 + (y - 1)^2 = (0,5)^2$	It	OMA	00:32:58	00:33:46	00:00:48	
	Pausa	-	-	00:33:46	00:34:00	00:00:14	
	Insera nova relação	It	OMA	00:34:00	00:34:03	00:00:03	00:04:15
	Pausa	-	-	00:34:03	00:37:10	00:03:07	Conversa com colegas sobre como colorir a região circular do rosto
Rosto do Smile	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ insere a restrição $-3 \leq x \leq 3$	It	OMI	00:37:10	00:38:02	00:00:52	
	Pausa	-	-	00:38:02	00:43:25	00:05:23	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $-3 \leq x \leq 3 \Rightarrow -3 \leq x^2 \leq 3$	It	OMI	00:43:25	00:43:39	00:00:14	
	Pausa	-	-	00:43:39	00:43:52	00:00:13	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $-3 \leq x^2 \leq 3 \Rightarrow -3 \leq x \leq 3$	It	OMI	00:43:52	00:44:10	00:00:18	
	Pausa	-	-	00:44:10	00:44:15	00:00:05	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $-3 \leq x \leq 3 \Rightarrow 3 \leq x \leq -3$	It	OMI	00:44:15	00:44:31	00:00:16	
	Pausa	-	-	00:44:31	00:44:35	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $3 \leq x \leq -3 \Rightarrow -3 \leq x \leq 3$	It	OMI	00:44:35	00:44:48	00:00:13	
	Pausa	-	-	00:44:48	00:45:52	00:01:04	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $-3 \leq x \leq 3 \Rightarrow x \leq 3$	It	OMI	00:45:52	00:46:08	00:00:16	
	Pausa	-	-	00:46:08	00:46:17	00:00:09	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2$ edita a restrição $x \leq 3 \Rightarrow -3 \leq x \leq 3$	It	OMI	00:46:17	00:46:38	00:00:21	
	Pausa	-	-	00:46:38	00:47:42	00:01:04	
	Edita a função $x^2 + y^2 = 3^2 \Rightarrow x^2 + y^2 \leq 3^2$	It	OMA	00:47:42	00:47:50	00:00:08	
	Pausa	-	-	00:47:50	00:48:00	00:00:10	
	Edita a função $x^2 + y^2 \leq 3^2$ excluindo a restrição $-3 \leq x \leq 3$	It	OMA	00:48:00	00:48:11	00:00:11	
	Pausa	-	-	00:48:11	00:48:16	00:00:05	00:11:06
Olho esquerdo do Smile	Edita a função $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (1/2)^2 \Rightarrow (x - 1)^2 + (y - 1)^2 \leq (1/2)^2$	It	OMA	00:48:16	00:48:31	00:00:15	
	Pausa	-	-	00:48:31	00:48:37	00:00:06	00:00:21
Olho direito do Smile	Edita a função $(x + 1)^2 + (y - 1)^2 = (0,5)^2 \Rightarrow (x + 1)^2 + (y - 1)^2 \leq (0,5)^2$	It	OMA	00:48:37	00:49:02	00:00:25	
	Pausa	-	-	00:49:02	00:50:44	00:01:42	00:02:07
Olho esquerdo do Smile	Acessa a palheta da cores da relação $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (1/2)^2$ e seleciona a cor preto	It	-	00:50:44	00:50:49	00:00:05	
Olho direito do Smile	Acessa a palheta da cores da relação $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = (0,5)^2$ e seleciona a cor preto	It	-	00:50:49	00:50:55	00:00:06	
Sorriso do Smile	Seleciona a relação 4 (em branco)	It	-	00:50:55	00:50:58	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:50:58	00:51:50	00:00:52	Conversa com colegas sobre o tipo de função para fazer o sorriso
	Digita a função $y = x^2$	It	OMA	00:51:50	00:52:04	00:00:14	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	00:52:04	00:53:35	00:01:31	Analisa o Gráfico e discute como deslocar verticalmente a parábola
	Edita a função $y = x^2 \Rightarrow y = x^2 - 3$	It	OMA	00:53:35	00:53:47	00:00:12	
	Pausa	-	-	00:53:47	00:53:54	00:00:07	
	Edita a função $y = x^2 - 3 \Rightarrow y = x^2 - 2$	It	OMA	00:53:54	00:53:57	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:53:57	00:54:16	00:00:19	
	Edita a função $y = x^2 - 2$ abre a janela de restrição	It	-	00:54:16	00:54:19	00:00:03	
	Edita a função $y = x^2 - 2$ fecha a janela de restrição	It	-	00:54:19	00:54:26	00:00:07	
	Abre nova relação	It	-	00:54:26	00:54:38	00:00:12	
	Pausa	-	-	00:54:38	00:55:03	00:00:25	
	Digita a função $y = x^2 - 3$	It	OMA	00:55:03	00:55:20	00:00:17	
	Edita a função $y = x^2 - 3 \Rightarrow y = x^2 - 2,5$	It	OMA	00:55:20	00:55:37	00:00:17	
	Pausa	-	-	00:55:37	00:56:42	00:01:05	Discute como fazer para que os dois gráficos se interseptem
	Edita a função $y = x^2 - 2,5 \Rightarrow y = x^2 + 2x - 2$	It	OMA	00:56:42	00:56:57	00:00:15	
	Pausa	-	-	00:56:57	00:57:09	00:00:12	
	Edita a função $y = x^2 + 2x - 2 \Rightarrow y = x^2 + x - 2$	It	OMA	00:57:09	00:57:15	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:57:15	00:57:26	00:00:11	
	Edita a função $y = x^2 + x - 2 \Rightarrow y = x^2 + x$	It	OMA	00:57:26	00:57:29	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:57:29	00:58:13	00:00:44	
	Edita a função $y = x^2 + x \Rightarrow y = x^2 - 2$	It	OMA	00:58:13	00:58:19	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:58:19	01:01:43	00:03:24	Analisa e discute qual termo da equação do 2º grau que determina a abertura da parábola
	Edita a função $y = x^2 - 2 \Rightarrow y = x^2 + x - 2$	It	OMA	01:01:43	01:01:55	00:00:12	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	01:01:55	01:02:09	00:00:14	
	Edita a função $y = x^2 + x - 2 \Rightarrow y = x^2 + x - 3$	It	OMA	01:02:09	01:02:12	00:00:03	
	Pausa	-	-	01:02:12	01:02:18	00:00:06	
	Edita a função $y = x^2 + x - 3 \Rightarrow y = x^2 + x - 1$	It	OMA	01:02:18	01:02:23	00:00:05	
	Edita a função $y = x^2 + x - 1 \Rightarrow y = x^2 + x - 1,5$	It	OMA	01:02:23	01:02:30	00:00:07	
	Edita a função $y = x^2 + x - 1,5 \Rightarrow y = x^2 - x - 1,5$	It	OMA	01:02:30	01:03:05	00:00:35	
	Pausa	-	-	01:03:05	01:03:14	00:00:09	
	Edita a função $y = x^2 - x - 1,5 \Rightarrow y = x^2 - 2x - 1,5$	It	OMA	01:03:14	01:03:19	00:00:05	
	Pausa	-	-	01:03:19	01:03:35	00:00:16	
	Edita a função $y = x^2 - 2x - 1,5 \Rightarrow y = x^2 - 2x - 1$	It	OMA	01:03:35	01:03:38	00:00:03	
	Pausa	-	-	01:03:38	01:04:14	00:00:36	
	Edita a função $y = x^2 - 2x - 1 \Rightarrow y = 2x^2 - 2$	It	OMA	01:04:14	01:04:38	00:00:24	
	Pausa	-	-	01:04:38	01:04:57	00:00:19	
	Edita a função $y = 2x^2 - 2 \Rightarrow y = 3x^2 - 2$	It	OMA	01:04:57	01:05:03	00:00:06	
	Pausa	-	-	01:05:03	01:05:13	00:00:10	
	Edita a função $y = 3x^2 - 2 \Rightarrow y = x^2 - 2$	It	OMA	01:05:13	01:05:20	00:00:07	
	Edita a função $y = x^2 - 2 \Rightarrow y = 2x^2 - 2,5$	It	OMA	01:05:20	01:05:29	00:00:09	
	Pausa	-	-	01:05:29	01:06:18	00:00:49	
	Edita a função $y = x^2 - 2$ insere a restrição $x^2 - 2 \leq y \leq 2x^2 - 2,5$	It	OMA	01:06:18	01:07:16	00:00:58	
	Pausa	-	-	01:07:16	01:07:39	00:00:23	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a função $y = x^2 - 2$ edita a restrição $x^2 - 2 \leq y \leq 2x^2 - 2,5 \Rightarrow x^2 - 2 \geq y \geq 2x^2 - 2,5$	It	OMA	01:07:39	01:07:59	00:00:20	
	Pausa	-	-	01:07:59	01:08:46	00:00:47	
	Edita a função $y = 2x^2 - 2,5$ insere a restrição $x^2 - 2 \geq y \geq 2x^2 - 2,5$	It	OMA	01:08:46	01:09:19	00:00:33	
	Pausa	-	-	01:09:19	01:09:52	00:00:33	
	Edita a função $y = x^2 - 2 \Rightarrow y \leq x^2 - 2$	It	OMA	01:09:52	01:10:12	00:00:20	
	Pausa	-	-	01:10:12	01:10:17	00:00:05	
	Edita a função $y \leq x^2 - 2$ abre a palheta de cores e seleciona branco	It	-	01:10:17	01:10:29	00:00:12	00:19:34
Nariz	Insere nova relação	It	-	01:10:29	01:10:41	00:00:12	
	Pausa	-	-	01:10:41	01:11:05	00:00:24	
	Digita a função $x^2 + (y + 0,5)^2 = 0,5^2$	It	OMA	01:11:05	01:13:23	00:02:18	Discute sobre a localização do nariz
	Pausa	-	-	01:13:23	01:13:36	00:00:13	
	Edita a função $x^2 + (y + 0,5)^2 = 0,5^2 \Rightarrow x^2 + ((y + 0,5)^2 / 0,5^2) = 0,5^2$	It	OMA	01:13:36	01:14:03	00:00:27	
	Pausa	-	-	01:14:03	01:14:13	00:00:10	
	Edita a função $x^2 + ((y + 0,5)^2 / 0,5^2) = 0,5^2 \Rightarrow x^2 + ((y + 0,5)^2 / 0,5^2) = 0,5^2$	It	OMA	01:14:13	01:14:19	00:00:06	
	Pausa	-	-	01:14:19	01:14:32	00:00:13	
	Edita a função $x^2 + ((y + 0,5)^2 / 0,5^2) = 0,5^2 \Rightarrow x^2 + ((y + 0,5)^2 / 0,5^2) \leq 0,5^2$	It	OMA	01:14:32	01:14:43	00:00:11	
	Pausa	-	-	01:14:43	01:15:08	00:00:25	00:04:39
	Edita a janela gráfica removendo os eixos cartesianos	Itz	-	01:15:08	01:15:10	00:00:02	
	Pausa	-	-	01:15:10	01:15:58	00:00:48	
	Edita a janela gráfica insere os eixos cartesianos	Itz	-	01:15:58	01:16:00	00:00:02	
	Pausa	-	-	01:16:00	01:16:11	00:00:11	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Inserir nova relação	It	-	01:16:11	01:16:17	00:00:06	
Estudo sobre elipse	Digita a função $((x + 2)^2 / 2^2) + ((y - 1)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:16:17	01:19:03	00:02:46	Faz conjecturas sobre a influência dos termos da elipse no gráfico que a representa
	Pausa	-	-	01:19:03	01:19:29	00:00:26	
	Edita a função $((x + 2)^2 / 2^2) + ((y - 1)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 2^2) + ((y - 1)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:19:29	01:19:44	00:00:15	
	Pausa	-	-	01:19:44	01:20:05	00:00:21	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 2^2) + ((y - 1)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 2^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:20:05	01:20:23	00:00:18	
	Pausa	-	-	01:20:23	01:20:41	00:00:18	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 2^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 5^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:20:41	01:20:54	00:00:13	
	Pausa	-	-	01:20:54	01:21:03	00:00:09	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 5^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 5^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:21:03	01:21:20	00:00:17	
	Pausa	-	-	01:21:20	01:21:52	00:00:32	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 5^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 25^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:21:52	01:21:58	00:00:06	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 25^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 2^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:21:58	01:22:10	00:00:12	
	Pausa	-	-	01:22:10	01:22:55	00:00:45	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 25^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 1^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) = 2^2$	It	OMA	01:22:55	01:23:04	00:00:09	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	01:23:04	01:23:33	00:00:29	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 1^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:23:33	01:23:46	00:00:13	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 1^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:23:46	01:24:06	00:00:20	
	Pausa	-	-	01:24:06	01:25:16	00:01:10	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:25:16	01:25:30	00:00:14	
	Pausa	-	-	01:25:30	01:25:44	00:00:14	
	Edita a função $((x - 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:25:44	01:25:52	00:00:08	
	Pausa	-	-	01:25:52	01:25:57	00:00:05	
	Edita a função $((x + 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:25:57	01:26:04	00:00:07	
	Edita a função $((x - 5)^2 / 3^2) + ((y + 7)^2 / 2^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 3^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) \leq 2^2$	It	OMA	01:26:04	01:26:22	00:00:18	
	Pausa	-	-	01:26:22	01:27:25	00:01:03	
	Edita a função $((x - 5)^2 / 3^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) \leq 2^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 3^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) \leq 1^2$	It	OMA	01:27:25	01:27:31	00:00:06	
	Pausa	-	-	01:27:31	01:27:42	00:00:11	
	Edita a função $((x - 5)^2 / 3^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) \leq 1^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 2^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) \leq 1^2$	It	OMA	01:27:42	01:27:50	00:00:08	
	Pausa	-	-	01:27:50	01:28:07	00:00:17	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a função $((x - 5)^2 / 2^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) = < 1^2 \Rightarrow ((x - 5)^2 / 4^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) = < 1^2$	It	OMA	01:28:07	01:28:14	00:00:07	00:11:57
	Minimiza o GrafEq	Ac	-	01:28:14	01:29:30	00:01:16	
	Abre documento do word e cola print screen da tela com desenho e relações	Ac	-	01:29:30	01:29:40	00:00:10	
	Minimiza word e abre o GrafEq	Ac	-	01:29:40	01:30:00	00:00:20	
	Exclui relação com a função $((x - 5)^2 / 4^2) + ((y - 7)^2 / 2^2) = < 1^2$	It	-	01:30:00	01:30:15	00:00:15	
	Minimiza o GrafEq e abre documento do word	Ac	-	01:30:15	01:30:23	00:00:08	
	Cola print screen no documento do word	Ac	-	01:30:23	01:30:28	00:00:05	
	Minimiza documento do Word e abre o GrafEq	Ac	-	01:30:28	01:30:32	00:00:04	
	Exclui eixos cartesianos e maximiza a janela grafica	It	-	01:30:32	01:30:37	00:00:05	
	Minimiza GrafEq e cola print screen no documento do Word	Ac	-	01:30:37	01:30:52	00:00:15	
	Inicia processo de salvamento dos programas e encerra as atividades	Ac	-	01:30:52	01:30:59	00:00:07	

Legenda:

Itz – Ações que caracterizam a instrumentalização do sujeito

It – Ações que caracterizam a instrumentação do sujeito

Ac – Ações que não caracterizam instrumentação e nem instrumentalização

OMA – Objeto matemático adequado

OMI – Objeto matemático inadequado

APÊNCICE B – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Ana para a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil

Transcrição do vídeo da atividade presencial do projeto de extensão							
Professor(a): Ana		Tarefa: Utilizar o software GrafEq para desenhar a Bandeira do Brasil				Data: 8/11/12	
Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
Acessar software	Clicar sobre o ícone do software na área de trabalho	Ac	-	00:26:59	00:27:07	00:00:08	
	Escolha do idioma	Ac	-	00:27:07	00:27:12	00:00:05	
	Aceita termos de uso	Ac	-	00:27:12	00:27:15	00:00:03	
Desenhar o retângulo	Inserir a inequação $5 < x < -5$	It	OMI	00:27:15	00:27:46	00:00:31	
	Edita a inequação $5 < x < -5 \Rightarrow 5 < y < -5$	It	OMI	00:27:46	00:27:56	00:00:10	
	Edita a inequação $5 < y < -5 \Rightarrow 5 < y + 2 < -5$	It	OMI	00:27:56	00:28:12	00:00:16	
	Edita a inequação $5 < y + 2 < -5 \Rightarrow 5 < x + 2 < -5$	It	OMI	00:28:12	00:28:21	00:00:09	
	Deleta a inequação $5 < x + 2 < -5$ e insere a função $y = x + 5$	It	OMI	00:28:21	00:28:38	00:00:17	
	Inserir nova relação	It	-	00:28:38	00:28:42	00:00:04	
	Seleciona tipo de gráfico	It	-	00:28:42	00:28:51	00:00:09	
	Edita a função $y = x + 5 \Rightarrow y < 5$	It	OMA	00:28:51	00:29:10	00:00:19	
	Pausa	-	-	00:29:10	00:29:18	00:00:08	
	Edita a inequação $y < 5 \Rightarrow -5 < Y < 5$	It	OMI	00:29:18	00:29:42	00:00:24	
	Edita a inequação $-5 < y < 5 \Rightarrow -5 < Y < 5$	It	OMA	00:29:42	00:29:52	00:00:10	
	Edita a inequação $-5 < Y < 5 \Rightarrow -3 < Y < 3$	It	OMA	00:29:52	00:30:06	00:00:14	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	00:30:06	00:30:13	00:00:07	
	Edita a inequação $-3 < Y < 3 \Rightarrow Y < 3$	It	OMA	00:30:13	00:30:20	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:30:20	00:30:27	00:00:07	
	Edita a inequação $Y < 3 \Rightarrow Y = 3$	It	OMA	00:30:27	00:30:36	00:00:09	
	Pausa	-	-	00:30:36	00:30:41	00:00:05	
	Edita a equação $Y = 3 \Rightarrow Y = x + 3$	It	OMI	00:30:41	00:30:47	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:30:47	00:30:54	00:00:07	
	Edita a equação $Y = x + 3 \Rightarrow y = x + 3$	It	OMI	00:30:54	00:31:00	00:00:06	
	Edita a equação $y = x + 3 \Rightarrow y < x + 3$	It	OMI	00:31:00	00:31:18	00:00:18	
	Pausa	-	-	00:31:18	00:31:33	00:00:15	
	Edita a equação $y < x + 3 \Rightarrow y < x$	It	OMI	00:31:33	00:31:41	00:00:08	
	Pausa	-	-	00:31:41	00:31:49	00:00:08	
	Edita a equação $y < x \Rightarrow -3 < x < 3$	It	OMA	00:31:49	00:32:03	00:00:14	
	Pausa	-	-	00:32:03	00:32:42	00:00:39	
	Acessa arquivo pen drive	Ac	-	00:32:42	00:33:03	00:00:21	
	Pausa	-	-	00:33:03	00:33:53	00:00:50	
	Edita a equação $-3 < x < 3 \Rightarrow -3 < x < x + 3$	It	OMI	00:33:53	00:34:03	00:00:10	
	Pausa	-	-	00:34:03	00:34:09	00:00:06	
	Edita a equação $-3 < x < x + 3 \Rightarrow -3 < x < x + 5$	It	OMI	00:34:09	00:34:13	00:00:04	
	Pausa	-	-	00:34:13	00:34:22	00:00:09	
	Edita a equação $-3 < x < x + 5 \Rightarrow -5 < x < 5$	It	OMA	00:34:22	00:34:36	00:00:14	
	Pausa	-	-	00:34:36	00:35:15	00:00:39	
	Inserir nova relação $y < 5$	It	OMA	00:35:15	00:35:22	00:00:07	
	Edita a equação $y < 5 \Rightarrow y > 5$	It	OMA	00:35:22	00:35:30	00:00:08	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa palheta de cores da relação $y > 5$ e seleciona branco	It	-	00:35:30	00:35:37	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:35:37	00:35:58	00:00:21	
	Edita a equação $y > 5$	It	OMA	00:35:58	00:36:04	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:36:04	00:36:21	00:00:17	
	Edita a equação $-5 < x < 5 \Rightarrow -10 < x < 10$	It	OMA	00:36:21	00:36:27	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:36:27	00:36:35	00:00:08	
	Edita a equação $y > 5$	It	OMA	00:36:35	00:36:38	00:00:03	
	Inserir nova relação	It	-	00:36:38	00:36:38	00:00:00	
	Pausa	-	-	00:36:38	00:36:46	00:00:08	
	Inserir inequação $y > -5$	It	OMA	00:36:46	00:36:54	00:00:08	
	Pausa	-	-	00:36:54	00:37:01	00:00:07	
	Edita inequação $y > -5 \Rightarrow y < -5$	It	OMA	00:37:01	00:37:04	00:00:03	
	Acessa a palheta de cores da relação $y < -5$ e seleciona branco	It	-	00:37:04	00:37:12	00:00:08	
	Acessa a palheta de cores da relação $-10 < x < 10$ e seleciona verde	It	-	00:37:12	00:37:25	00:00:13	
Desenhar o losango	Inserir nova relação $y > x + 3$	It	OMA	00:37:25	00:37:47	00:00:22	
	Seleciona palheta de cores da relação $y > x + 3$ e seleciona branco	It	-	00:37:47	00:38:25	00:00:38	
	Pausa	-	-	00:38:25	00:38:35	00:00:10	
	Edita a inequação $y > x + 3 \Rightarrow y < x + 3$	It	OMA	00:38:35	00:38:44	00:00:09	
	Edita a inequação $y < x + 3 \Rightarrow y < x + 1$	It	OMA	00:38:44	00:38:51	00:00:07	
	Edita a inequação $y < x + 1 \Rightarrow y < x - 5$	It	OMA	00:38:51	00:39:03	00:00:12	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	00:39:03	00:39:11	00:00:08	
	Edita a inequação $y < x - 5 \Rightarrow y = x - 5$	It	OMA	00:39:11	00:39:17	00:00:06	
	Edita a equação $y = x - 5 \Rightarrow y = 2x - 5$	It	OMA	00:39:17	00:39:28	00:00:11	
	Pausa	-	-	00:39:28	00:39:40	00:00:12	
	Edita a equação $y = 2x - 5 \Rightarrow y = 5x - 5$	It	OMA	00:39:40	00:39:59	00:00:19	
	Edita a equação $y = 5x - 5 \Rightarrow y = -x - 5$	It	OMA	00:39:59	00:40:14	00:00:15	
	Edita a equação $y = -x - 5 \Rightarrow y = -x - 10$	It	OMA	00:40:14	00:40:23	00:00:09	
	Edita a equação $y = -x - 10 \Rightarrow y = -2x - 10$	It	OMA	00:40:23	00:40:36	00:00:13	
	Pausa	-	-	00:40:36	00:41:12	00:00:36	
	Edita a equação $y = -2x - 10 \Rightarrow y = -2x$	It	OMA	00:41:12	00:41:26	00:00:14	
	Edita a equação $y = -2x \Rightarrow y = -6x$	It	OMA	00:41:26	00:41:38	00:00:12	
	Pausa	-	-	00:41:38	00:42:18	00:00:40	
	Edita a equação $y = -6x \Rightarrow y = -6x + 3$	It	OMA	00:42:18	00:42:21	00:00:03	
	Edita a equação $y = -6x + 3 \Rightarrow y = x + 3$	It	OMA	00:42:21	00:42:39	00:00:18	
	Pausa	-	-	00:42:39	00:43:02	00:00:23	
	Edita a equação $y = x + 3 \Rightarrow y = x + 5$	It	OMA	00:43:02	00:43:05	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:43:05	00:43:42	00:00:37	
	Edita a equação $y = x + 5 \Rightarrow y = 5x + 5$	It	OMA	00:43:42	00:43:49	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:43:49	00:43:59	00:00:10	
	Edita a equação $y = 5x + 5 \Rightarrow y = -5x + 5$	It	OMA	00:43:59	00:44:04	00:00:05	
	Pausa	-	-	00:44:04	00:47:57	00:03:53	
	Edita a equação $y = -5x + 5 \Rightarrow y = -15x + 5$	It	OMA	00:47:57	00:48:01	00:00:04	
	Pausa	-	-	00:48:01	00:48:15	00:00:14	
	Edita a equação $y = -15x + 5 \Rightarrow y = 15x + 5$	It	OMA	00:48:15	00:48:19	00:00:04	
	Pausa	-	-	00:48:19	00:48:35	00:00:16	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a equação $y = 15x + 5 \Rightarrow y = 5x + 5$	It	OMA	00:48:35	00:48:37	00:00:02	
	Pausa	-	-	00:48:37	00:49:05	00:00:28	
	Edita a equação $y = 5x + 5 \Rightarrow y = 0,5x + 5$	It	OMA	00:49:05	00:49:07	00:00:02	
	Pausa	-	-	00:49:07	00:49:25	00:00:18	
	Edita a equação $y = 0,5x + 5 \Rightarrow y < 0,5x + 5$	It	OMA	00:49:25	00:49:27	00:00:02	
	Edita a inequação $y < 0,5x + 5 \Rightarrow y > 0,5x + 5$	It	OMA	00:49:27	00:49:36	00:00:09	
	Pausa	-	-	00:49:36	00:50:07	00:00:31	
	Edita a inequação $y > 0,5x + 5 \Rightarrow y = 0,5x + 5$	It	OMA	00:50:07	00:50:14	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:50:14	00:50:35	00:00:21	
	Inserir nova relação $y = -0,5 + 5$	It	OMA	00:50:35	00:50:46	00:00:11	
	Edita a equação $y = -0,5 + 5 \Rightarrow y = -0,5x + 5$	It	OMA	00:50:46	00:50:51	00:00:05	
	Pausa	-	-	00:50:51	00:51:09	00:00:18	
	Acessa palheta de cores da relação $y = 0,5x + 5$ e seleciona amarelo	It	-	00:51:09	00:51:13	00:00:04	
	Edita a equação $y = 0,5x + 5 \Rightarrow y > 0,5x + 5$	It	OMA	00:51:13	00:51:22	00:00:09	
	Edita a equação $y > 0,5x + 5 \Rightarrow y < 0,5x + 5$	It	OMA	00:51:22	00:51:32	00:00:10	
	Acessa palheta de cores da relação $y = -0,5x + 5$ e seleciona amarelo	It	-	00:51:32	00:51:36	00:00:04	
	Edita a equação $y = -0,5x + 5 \Rightarrow y > -0,5x + 5$	It	OMA	00:51:36	00:51:51	00:00:15	
	Pausa	-	-	00:51:51	00:52:09	00:00:18	
	Acessa a palheta de cores da relação $y > -0,5x + 5$ e seleciona rosa	It	-	00:52:09	00:52:11	00:00:02	
	Pausa	-	-	00:52:11	00:52:40	00:00:29	
	Edita a inequação $y > -0,5x + 5 \Rightarrow y < -0,5x + 5$	It	OMA	00:52:40	00:52:48	00:00:08	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	00:52:48	00:54:42	00:01:54	
	Edita a inequação $y < -0,5x + 5 \Rightarrow y = -0,5x + 5$	It	OMA	00:54:42	00:54:47	00:00:05	
	Pausa	-	-	00:54:47	00:55:40	00:00:53	
	Inserir nova relação $y = 0,5x - 5$	It	OMA	00:55:40	00:56:05	00:00:25	
	Acessa palheta de cores da relação $y = 0,5x - 5$ e seleciona roxo	It	-	00:56:05	00:56:11	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:56:11	00:56:33	00:00:22	
	Inserir nova relação $y = -0,5x - 5$	It	OMA	00:56:33	00:57:09	00:00:36	
	Pausa	-	-	00:57:09	00:59:26	00:02:17	
	Edita a equação $y = -0,5x - 5 \Rightarrow -0,5x + 5 < y < -0,5x - 5$	It	OMA	00:59:26	01:00:14	00:00:48	
	Pausa	-	-	01:00:14	01:02:12	00:01:58	
	Edita a equação $-0,5x + 5 < y < -0,5x - 5 \Rightarrow -0,5x + 5 < y > -0,5x - 5$	It	OMI	01:02:12	01:02:24	00:00:12	
	Pausa	-	-	01:02:24	01:02:46	00:00:22	
	Edita a equação $-0,5x + 5 < y > -0,5x - 5 \Rightarrow -0,5x + 5 > y < -0,5x - 5$	It	OMI	01:02:46	01:03:03	00:00:17	
	Pausa	-	-	01:03:03	01:03:43	00:00:40	
	Edita a equação $-0,5x + 5 > y < -0,5x - 5 \Rightarrow y = -0,5x - 5$	It	OMA	01:03:43	01:03:49	00:00:06	
	Pausa	-	-	01:03:49	01:04:26	00:00:37	
	Edita a equação $y = -0,5x - 5 \Rightarrow y > -0,5x - 5$	It	OMA	01:04:26	01:04:35	00:00:09	
	Pausa	-	-	01:04:35	01:05:14	00:00:39	
	Edita a equação $y > -0,5x - 5 \Rightarrow -0,5x + 5 > y > -0,5x - 5$	It	OMA	01:05:14	01:05:33	00:00:19	
	Pausa	-	-	01:05:33	01:06:13	00:00:40	
	Inserir nova relação	It	-	01:06:13	01:06:15	00:00:02	
	Pausa	-	-	01:06:15	01:06:40	00:00:25	

Atividade	Ação	Classificação		inicio	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa a relação $-0,5x + 5 > y > -0,5x - 5$ e insere a restrição $0,5x + 5 > y > 0,5x - 5$	It	OMA	01:06:40	01:08:00	00:01:20	
	Acessa a palheta de cores da relação $-0,5x + 5 > y > -0,5x - 5$ e seleciona amarelo	It	-	01:08:00	01:08:18	00:00:18	
	Exclui a relação $y < 0,5x + 5$	It	-	01:08:18	01:08:23	00:00:05	
	Exclui a relação $y = -0,5x + 5$	It	-	01:08:23	01:08:27	00:00:04	
	Exclui a relação $y = 0,5x - 5$	It	-	01:08:27	01:08:29	00:00:02	
	Pausa	-	-	01:08:29	01:08:54	00:00:25	
	Organiza área de trabalho	It	-	01:08:54	01:08:59	00:00:05	
	Pausa	-	-	01:08:59	01:10:33	00:01:34	
	Insere a relação $(x - a)$	It	OMI	01:10:33	01:10:53	00:00:20	
	Acessa o menu e analisa as opções de comando	Itz	-	01:10:53	01:11:09	00:00:16	
	Exclui a relação $(x - a)$	It	-	01:11:09	01:11:11	00:00:02	
	Insere nova relação	It	-	01:11:11	01:11:15	00:00:04	
	Insere nova relação	It	-	01:11:15	01:11:17	00:00:02	
	Acessa menu "relarions" e seleciona "structural window"	Itz	-	01:11:17	01:11:37	00:00:20	
	Exclui relação	It	-	01:11:37	01:11:40	00:00:03	
	Acessa menu "relarions" e seleciona "easy butons"	It	-	01:11:40	01:11:56	00:00:16	
	Pausa	-	-	01:11:56	01:12:59	00:01:03	
Desenhar circulo	Insere a relação $(x - a)^2 + (y - b)^2 = 3^2$	It	OMI	01:12:59	01:13:06	00:00:07	
	Edita a equação $(x - a)^2 + (y - b)^2 = 3^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = 3^2$	It	OMA	01:13:06	01:13:20	00:00:14	
	Edita a equação $x^2 + y^2 = 3^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = 4^2$	It	OMA	01:13:20	01:13:36	00:00:16	
	Pausa	-	-	01:13:36	01:13:50	00:00:14	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a equação $x^2 + y^2 = 4^2 \Rightarrow x^2 + y^2 < 4^2$	It	OMA	01:13:50	01:14:14	00:00:24	
	Pausa	-	-	01:14:14	01:14:58	00:00:44	
	Acessa portal de busca Google	Ac	-	01:14:58	01:15:08	00:00:10	
	Busca por imagem da bandeira do Brasil	Ac	-	01:15:08	01:15:31	00:00:23	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:15:31	01:15:55	00:00:24	
	Pausa	-	-	01:15:55	01:16:04	00:00:09	
	Edita a inequação $x^2 + y^2 < 4^2 \Rightarrow x^2 + y^2 < 3^2$	It	OMA	01:16:04	01:16:07	00:00:03	
	Organiza área de trabalho	It	-	01:16:07	01:16:28	00:00:21	
Ajuste losango	Edita a relação $-0,5x + 5 > y > -0,5x - 5$ e a restrição $0,5x + 5 > y > 0,5x - 5 \Rightarrow -0,5x + 4 > y > -0,5x - 4$ e a restrição $0,5x + 4 > y > 0,5x - 4$	It	OMA	01:16:28	01:16:44	00:00:16	
	Pausa	-	-	01:16:44	01:17:15	00:00:31	
	Edita a relação $-0,5x + 4 > y > -0,5x - 4 \Rightarrow -0,6x + 4 > y > -0,6x - 4$	It	OMA	01:17:15	01:17:28	00:00:13	
	Edita a restrição $0,5x + 4 > y > 0,5x - 4 \Rightarrow 0,6x + 4 > y > 0,6x - 4$	It	OMA	01:17:28	01:17:49	00:00:21	
	Edita a relação $-0,6x + 4 > y > -0,6x - 4$ e a restrição $0,6x + 4 > y > 0,6x - 4 \Rightarrow -0,8x + 4 > y > -0,8x - 4$ e a restrição $0,8x + 4 > y > 0,8x - 4$	It	OMA	01:17:49	01:18:28	00:00:39	
	Edita a relação $-0,8x + 4 > y > -0,8x - 4$ e a restrição $0,8x + 4 > y > 0,8x - 4 \Rightarrow -0,3x + 4 > y > -0,3x - 4$ e a restrição $0,3x + 4 > y > 0,3x - 4$	It	OMA	01:18:28	01:19:08	00:00:40	
	Edita a relação $-0,3x + 4 > y > -0,3x - 4$ e a restrição $0,3x + 4 > y > 0,3x - 4 \Rightarrow -0,4x + 4 > y > -0,4x - 4$ e a restrição $0,4x + 4 > y > 0,4x - 4$	It	OMA	01:19:08	01:19:37	00:00:29	
	Pausa	-	-	01:19:37	01:20:00	00:00:23	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a relação $-0,4x + 4 > y > -0,4x - 4$ e a restrição $0,4x + 4 > y > 0,4x - 4 \Rightarrow -0,45x + 4 > y > -0,45x - 4$ e a restrição $0,45x + 4 > y > 0,45x - 4$	It	OMA	01:20:00	01:20:20	00:00:20	
Círculo	Edita a inequação $x^2 + y^2 < 3^2$	It	OMA	01:20:20	01:20:28	00:00:08	
	Pausa	-	-	01:20:28	01:20:57	00:00:29	
	Acessa imagem da bandeira do Brasil	Ac	-	01:20:57	01:21:00	00:00:03	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:21:00	01:21:01	00:00:01	
	Exclui relação	It	-	01:21:01	01:21:05	00:00:04	
	Organiza área de trabalho	It	-	01:21:05	01:21:25	00:00:20	
	Pausa	-	-	01:21:25	01:21:36	00:00:11	
	Insera nova relação	It	-	01:21:36	01:21:39	00:00:03	
	Organiza área de trabalho	It	-	01:21:39	01:21:42	00:00:03	
	Pausa	-	-	01:21:42	01:22:05	00:00:23	
faixa	Edita a relação $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = 1^2$	It	OMI	01:22:05	01:23:11	00:01:06	
	Pausa	-	-	01:23:11	01:24:27	00:01:16	
	Edita a relação $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = 1^2 \Rightarrow (x - 5)^2 + (y - 5)^2 = 4^2$	It	OMI	01:24:27	01:24:49	00:00:22	
	Edita a relação $(x - 5)^2 + (y - 5)^2 = 4^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = 4^2$	It	OMI	01:24:49	01:25:09	00:00:20	
	Pausa	-	-	01:25:09	01:25:50	00:00:41	
	Edita a relação $x^2 + y^2 = 4^2 \Rightarrow (x + 1)^2 + (y - 1)^2 = 4^2$	It	OMI	01:25:50	01:26:09	00:00:19	
	Pausa	-	-	01:26:09	01:26:22	00:00:13	
	Exclui a relação $(x + 1)^2 + (y - 1)^2 = 4$	It	-	01:26:22	01:26:23	00:00:01	
	Acessa imagem da bandeira do Brasil	Ac	-	01:26:23	01:26:30	00:00:07	
	Acessa documento do Word	Ac	-	01:26:30	01:29:36	00:03:06	
	Acessa GrafEq	Ac	-	01:29:36	01:29:37	00:00:01	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Pausa	-	-	01:29:37	01:30:14	00:00:37	
	Acessa documenno do Word	Ac	-	01:30:14	01:30:36	00:00:22	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:30:36	01:30:40	00:00:04	
	Maximiza janela gráfica	Ac	-	01:30:40	01:30:46	00:00:06	
	Acessa documenno do Word e internet	Ac	-	01:30:46	01:37:24	00:06:38	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:37:24	01:37:29	00:00:05	
	Minimiza a janela gráfica	Ac	-	01:37:29	01:37:31	00:00:02	
	Outras atividades	Ac	-	01:37:31	01:44:54	00:07:23	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:44:54	01:44:56	00:00:02	
	Pausa	-	-	01:44:56	01:45:45	00:00:49	
	Outras atividades	Ac	-	01:45:45	01:46:00	00:00:15	
	Acessa portal de busca Google pesquisa equação da elipse	Ac	-	01:46:00	01:48:39	00:02:39	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:48:39	01:48:44	00:00:05	
Faixa	Insera nova relação	It	-	01:48:44	01:49:01	00:00:17	
	Acessa menu flutuante "easy butons" seleciona exibir elementos aritméticos	It	-	01:49:01	01:49:16	00:00:15	
	Edita relação $(x^2 / a^2) + (y^2 / 2) = 1$	It	OMA	01:49:16	01:50:18	00:01:02	
	Edita relação $(x^2 / a^2) + (y^2 / 2) = 1 \Rightarrow (x^2 / (a^2)^2) + (y^2 / 2^2) = 1$	It	OMI	01:50:18	01:50:47	00:00:29	
	Exclui relação	It	-	01:50:47	01:51:28	00:00:41	
	Outras atividades	Ac	-	01:51:28	01:59:15	00:07:47	

Legenda:

Itz – Ações que caracterizam a instrumentalização do sujeito

OMA – Objeto matemático adequado

It – Ações que caracterizam a instrumentação do sujeito

OMI – Objeto matemático inadequado

Ac – Ações que não caracterizam instrumentação e nem instrumentalização

APÊNDICE C – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o “Smile”

Transcrição do vídeo da atividade presencial do projeto de extensão							
Professor(a): Paula		Tarefa: Utilizar o software GrafEq para desenhar um "Smile"				Data: 18/10/12	
Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Menu iniciar do windows abre o word registra a atividade que será realizada no encontro	Ac	-	00:00:00	00:02:55	00:02:55	
	Abre o navegador Mozila acessa caixa postal de e-mail	Ac	-	00:02:55	00:05:03	00:02:08	
	Falha na comunicação com internet, tenta conectar novamente	Ac	-	00:05:03	00:05:10	00:00:07	
	Minimiza o navegador da internet e retorna ao documento do word	Ac	-	00:05:10	00:05:13	00:00:03	
	Minimiza documento do Word e na área de trabalho localiza o icone do GrafEq	It	-	00:05:13	00:05:50	00:00:37	
	Maximiza o navegador de internet e tenta abrir e-mail	Ac	-	00:05:50	00:06:11	00:00:21	
	Minimiza navegador de internet retorna para área de trabalho	Ac	-	00:06:11	00:06:14	00:00:03	
Abrir o GrafEq	Clicar sobre o ícone do GrafEq na área de trabalho	It	-	00:06:14	00:06:16	00:00:02	
	Selecionar o idioma do software	It	-	00:06:16	00:06:18	00:00:02	
	Concordar com os termos de uso	It	-	00:06:18	00:06:26	00:00:08	00:06:26
	Abre área de trabalho do GrafEq	It	-	00:06:26	00:06:31	00:00:05	
Rosto do Smile	Digita $(x-c-2)^{\wedge}$	It	Omi	00:06:31	00:06:38	00:00:07	
	Edita $(x-c-2)^{\wedge} \Rightarrow (x-4)^{\wedge}2$	It	Omi	00:06:38	00:07:05	00:00:27	
	Aviso de erro do software "Relación #1 es invalido"	Itz	-	00:07:05	00:07:08	00:00:03	
	Navega pelo menu "Easy Buttons" seleciona o menu "relation"	Itz	-	00:07:08	00:07:14	00:00:06	
	No menu "Easy Buttons" seleciona o menu "Algebra"	Itz	-	00:07:14	00:07:18	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $(x-4)^2 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-4)^2 = 16$	It	Oma	00:07:18	00:07:46	00:00:28	
	Seleciona tipo de gráfico	-	-	00:07:46	00:07:56	00:00:10	
	Abre janela gráfica com gráfico da função $(x-4)^2 + (y-4)^2 = 16$	It	Oma	00:07:56	00:07:58	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	00:07:58	00:08:08	00:00:10	
	Edita $(x-4)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-4)^2 = 25$ e plota o gráfico	It	Oma	00:08:08	00:08:42	00:00:34	
	Analisa o gráfico	-	-	00:08:42	00:08:46	00:00:04	
	Edita $(x-4)^2 + (y-4)^2 = 25 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-4)^2 = 42$ e plota o gráfico	It	Oma	00:08:46	00:08:50	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:08:50	00:08:54	00:00:04	
	Edita $(x-4)^2 + (y-4)^2 = 42 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:08:54	00:09:02	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:09:02	00:09:08	00:00:06	
	Edita $(x-4)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-2)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:09:08	00:09:24	00:00:16	
	Analisa o gráfico	-	-	00:09:24	00:09:38	00:00:14	
	Edita $(x-2)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-2)^2 + (y-2)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:09:38	00:09:44	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:09:44	00:10:20	00:00:36	
	Edita $(x-2)^2 + (y-2)^2 = 16 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-2)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:10:20	00:10:25	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:10:25	00:10:29	00:00:04	
	Edita $(x-4)^2 + (y-2)^2 = 16 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-6)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:10:29	00:10:36	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:10:36	00:10:41	00:00:05	
	Edita $(x-4)^2 + (y-6)^2 = 16 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:10:41	00:10:50	00:00:09	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:10:50	00:11:27	00:00:37	
	Edita $(x-1)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:11:27	00:11:33	00:00:06	
	Altera o posicionamento da janela gráfica na área de trabalho	It	-	00:11:33	00:11:35	00:00:02	
Olho direito	No menu de comandos seleciona "Graph" e "New Relation"	It	-	00:11:35	00:11:39	00:00:04	
	Minimiza o GrafEq e acessa navegador internet	Ac	-	00:11:39	00:11:45	00:00:06	
	Minimiza o navegador da internet e maximiza o GrafEq	Ac	-	00:11:45	00:11:51	00:00:06	
	Pausa	-	-	00:11:51	00:12:48	00:00:57	
	Minimiza o GrafEq e acessa navegador internet	Ac	-	00:12:48	00:12:50	00:00:02	
	Minimiza o navegador da internet e maximiza o GrafEq – Pausa	Ac	-	00:12:50	00:13:36	00:00:46	
Olho direito	Digita $(x-1)^2 + (y-$	It	Omi	00:13:36	00:14:02	00:00:26	
	Edita $(x-1)^2 + (y- \Rightarrow (x+1)^2 + (y+4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:02	00:14:36	00:00:34	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:36	00:14:44	00:00:08	
	Edita $(x+1)^2 + (y+4)^2 = 16 \Rightarrow (x+1)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:44	00:14:58	00:00:14	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:58	00:15:07	00:00:09	
	Edita $(x+1)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow$ deleta a função	It	-	00:15:07	00:15:25	00:00:18	
	Acessa documento do Word - Pausa	Ac	-	00:15:25	00:15:33	00:00:08	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	00:15:33	00:15:34	00:00:01	
	Pausa	-	-	00:15:34	00:16:01	00:00:27	
	Digita x^2	It	Omi	00:16:01	00:16:15	00:00:14	
	Deleta x^2 e digita (It	-	00:16:15	00:16:27	00:00:12	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	O software abre a janela "Evaluation Reminder" com as opções "Continue", "Info...", "Register"	ltz	-	00:16:27	00:16:38	00:00:11	Cida seleciona "Info...", abre nova janela que é fechada para retornar a edição da equação
	Volta a edição $(x+0)^2 + (y-3)^2 = 16$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:16:38	00:18:21	00:01:43	
	Analisa o gráfico	-	-	00:18:21	00:18:28	00:00:07	
	Edita $(x+0)^2 + (y-3)^2 = 16 \Rightarrow (x+0)^2 + (y-1)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:18:28	00:18:36	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:18:36	00:18:56	00:00:20	
	Edita $(x+0)^2 + (y-1)^2 = 4 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-1)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:18:56	00:19:05	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:19:05	00:19:13	00:00:08	
	Edita $(x+2)^2 + (y-1)^2 = 4 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-6)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:19:13	00:19:18	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:19:18	00:19:24	00:00:06	
	Edita $(x+2)^2 + (y-6)^2 = 4 \Rightarrow (x-2)^2 + (y-6)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:19:24	00:19:32	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:19:32	00:19:44	00:00:12	
	Edita $(x-2)^2 + (y-6)^2 = 4 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-6)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:19:44	00:19:49	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:19:49	00:19:53	00:00:04	
	Edita $(x-1)^2 + (y-6)^2 = 4 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-5)^2 = 4$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:19:53	00:19:57	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:19:57	00:20:02	00:00:05	
	Edita $(x-1)^2 + (y-5)^2 = 4 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-5)^2 = 2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:20:02	00:20:04	00:00:02	00:13:38
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:04	00:20:11	00:00:07	
	Edita $(x-1)^2 + (y-5)^2 = 2 \Rightarrow (x-4)^2 + (y-5)^2 = 2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:20:11	00:20:15	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:15	00:20:23	00:00:08	
	Edita $(x-4)^2 + (y-5)^2 = 2 \Rightarrow (x+4)^2 + (y-5)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:20:23	00:20:29	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:29	00:20:35	00:00:06	
	Edita $(x+4)^2 + (y-5)^2 = 2 \Rightarrow (x+3)^2 + (y-5)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:20:35	00:20:39	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:39	00:20:43	00:00:04	
	Edita $(x+3)^2 + (y-5)^2 = 2 \Rightarrow (x+3)^2 + (y-2)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:20:43	00:20:52	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:52	00:21:00	00:00:08	
	Edita $(x+3)^2 + (y-2)^2 = 2 \Rightarrow (x+3)^2 + (y-6)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:00	00:21:10	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:10	00:21:14	00:00:04	
	Edita $(x+3)^2 + (y-6)^2 = 2 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-6)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:14	00:21:18	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:18	00:21:24	00:00:06	
	Edita $(x+2)^2 + (y-6)^2 = 2 \Rightarrow (x+1)^2 + (y-6)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:24	00:21:29	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:29	00:21:37	00:00:08	
	Edita $(x+1)^2 + (y-6)^2 = 2 \Rightarrow (x+1)^2 + (y-5)^2 = 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:37	00:21:41	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:41	00:21:46	00:00:05	
	Edita $(x+1)^2 + (y-5)^2 = 2 \Rightarrow (x+1)^2 + (y-5)^2 = 1$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:46	00:21:48	00:00:02	00:01:44
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:48	00:22:07	00:00:19	
Olho esquerdo	No menu de comandos seleciona "Graph" e "New Relation"	It	-	00:22:07	00:22:10	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:22:10	00:22:21	00:00:11	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $(x+3)^2 + (y-4)^2 = 1/2 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-4)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:28:23	00:28:30	00:00:07	00:05:05
	Analisa o gráfico	-	-	00:28:30	00:28:39	00:00:09	
	Edita $(x+2)^2 + (y-4)^2 = 1/2 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-7)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:28:39	00:28:44	00:00:05	00:00:14
	Analisa o gráfico	-	-	00:28:44	00:28:50	00:00:06	
	Edita $(x+2)^2 + (y-7)^2 = 1/2 \Rightarrow (x+2)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:28:50	00:28:56	00:00:06	00:00:12
	Analisa o gráfico	-	-	00:28:56	00:29:01	00:00:05	
	Edita $(x+2)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x+5)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:29:01	00:29:12	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:12	00:29:22	00:00:10	
	Edita $(x+5)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x-5)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:29:22	00:29:27	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:27	00:29:32	00:00:05	
	Edita $(x-5)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x-2)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:29:32	00:29:38	00:00:06	Analisa o Gráfico e discute como deslocar verticalmente a parábola
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:38	00:29:44	00:00:06	
	Edita $(x-2)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x-2/3)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:29:44	00:29:57	00:00:13	
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:57	00:30:07	00:00:10	
	Edita $(x-2/3)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x-2/3)^2 + (y-3)^2 = 1/2$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:30:07	00:30:16	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:30:16	00:30:31	00:00:15	
Boca	No menu de comandos seleciona "Graph" e "New Relation"	lt	-	00:30:31	00:30:39	00:00:08	
	Pausa	-	-	00:30:39	00:31:46	00:01:07	
	Digita $(x-1)^2 + (y-3)^2 = 1/2$	lt	OMI	00:31:46	00:32:33	00:00:47	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $(x-1)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9^2 = 1/2$	It	OMI	00:32:33	00:32:59	00:00:26	
	Analisa o gráfico		-	00:32:59	00:33:09	00:00:10	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9^2 = 1/2 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9^2 = 3$	It	OMI	00:33:09	00:33:16	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:33:16	00:33:20	00:00:04	
	Minimiza janela gráfica	Ac	-	00:33:20	00:33:24	00:00:04	
	Maximiza a janela gráfica	Ac	-	00:33:24	00:33:25	00:00:01	
	Ajusta a janela gráfica a área de trabalho	It	-	00:33:25	00:33:39	00:00:14	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9^2 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 3$	It	OMI	00:33:39	00:34:42	00:01:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:34:42	00:34:47	00:00:05	
	Reposiciona a janela gráfica na área de trabalho	It	-	00:34:47	00:34:49	00:00:02	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 2$	It	OMI	00:34:49	00:35:00	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:35:00	00:35:12	00:00:12	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 2 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2$	It	OMI	00:35:12	00:35:17	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:35:17	00:35:29	00:00:12	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2 \Rightarrow ((x-2)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2$	It	OMI	00:35:29	00:35:34	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:35:34	00:35:40	00:00:06	
	Edita $((x-2)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2 \Rightarrow ((x+2)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2$	It	OMI	00:35:40	00:35:45	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:35:45	00:36:02	00:00:17	
	Edita $((x+2)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2$	It	OMI	00:36:02	00:36:09	00:00:07	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:09	00:36:20	00:00:11	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 1/2 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 9$	It	OMI	00:36:20	00:36:28	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:28	00:36:32	00:00:04	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 9 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 3$	It	OMI	00:36:32	00:36:37	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:37	00:37:04	00:00:27	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-3)^2)/9 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3$	It	OMI	00:37:04	00:37:14	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:37:14	00:37:27	00:00:13	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-6)^2)/36 = 3$	It	OMI	00:37:27	00:37:47	00:00:20	
	Analisa o gráfico	-	-	00:37:47	00:37:54	00:00:07	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-6)^2)/36 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3$	It	OMI	00:37:54	00:38:05	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:38:05	00:38:12	00:00:07	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 16$	It	OMI	00:38:12	00:38:18	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:38:18	00:38:27	00:00:09	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 16 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 4$ e plota o gráfico	It	OMI	00:38:27	00:38:29	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	00:38:29	00:38:44	00:00:15	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 4 \Rightarrow ((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3/2$ e plota o gráfico	It	OMI	00:38:44	00:38:52	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:38:52	00:39:30	00:00:38	
	Edita $((x-1)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3/2 \Rightarrow ((x-4)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3/2$ e plota o gráfico	It	OMI	00:39:30	00:39:39	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:39:39	00:39:43	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $((x-4)^2)/1 + ((y-4)^2)/16 = 3/2 \Rightarrow ((x-4)^2)/16 + ((y-4)^2)/16 = 3/2$ e plota o gráfico	It	OMI	00:39:43	00:39:57	00:00:14	00:10:45
	Analisa o gráfico	-	-	00:39:57	00:40:17	00:00:20	
	Edita $((x-4)^2)/16 + ((y-4)^2)/16 = 3/2 \Rightarrow ((x-4)^2)/16 + ((y-4)^2)/16 = 3/2$	It	OMI	00:40:17	00:40:20	00:00:03	
	Pausa	-	-	00:40:20	00:45:32	00:05:12	Discute sobre a localização do nariz
	Acessa documento do Word - Pausa	Ac	-	00:45:32	00:47:52	00:02:20	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	00:47:52	00:48:04	00:00:12	
	Deleta $((x-4)^2)/16 + ((y-4)^2)/16 = 3/2$	It	OMI	00:48:04	00:48:17	00:00:13	
	Pausa	-	-	00:48:17	00:52:32	00:04:15	
	Digita $y =$	It	OMI	00:52:32	00:52:34	00:00:02	
	Pausa	-	-	00:52:34	00:55:01	00:02:27	
	Deleta $y =$	It	OMI	00:55:01	00:55:03	00:00:02	00:15:06
	Pausa	-	-	00:55:03	00:55:41	00:00:38	
	Digita $y \geq 2(x-8) + 5.5$ e plota o gráfico	It	OMI	00:55:41	00:56:42	00:01:01	
	Analisa o gráfico	-	-	00:56:42	00:56:50	00:00:08	
	Deleta $y \geq 2(x-8) + 5.5$	It	OMI	00:56:50	00:56:56	00:00:06	
	Digita $y \geq (x-5) + 3$ e plota o gráfico	It	OMI	00:56:56	01:01:10	00:04:14	
	Analisa o gráfico	-	-	01:01:10	01:01:15	00:00:05	Faz conjecturas sobre a influência dos termos da elipse no gráfico que a representa
	edita $y \geq (x-5) + 3 \Rightarrow y \geq (x-5)^2 + 3$ e plota o gráfico	It	OMA	01:01:15	01:01:20	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	01:01:20	01:01:30	00:00:10	
	Edita $y \geq (x-5)^2 + 3 \Rightarrow y \geq (x-3)^2 + 3$ e plota o gráfico	It	OMA	01:01:30	01:01:34	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	01:01:34	01:01:38	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $y \geq (x-3)^2 + 3 \Rightarrow y \geq (x-2)^2 + 3$ e plota o gráfico	It	OMA	01:01:38	01:01:43	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	01:01:43	01:01:53	00:00:10	
	Edita $y \geq (x-2)^2 + 3 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 3$ e plota o gráfico	It	OMA	01:01:53	01:02:00	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	01:02:00	01:02:02	00:00:02	
	Acessa o navegador da internet	Ac	-	01:02:02	01:02:07	00:00:05	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:02:07	01:02:08	00:00:01	
	Analisa o gráfico	Ac	-	01:02:08	01:02:18	00:00:10	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 3 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:02:18	01:02:21	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	01:02:21	01:02:28	00:00:07	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 2 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:02:28	01:02:33	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	01:02:33	01:03:50	00:01:17	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 1/2 \Rightarrow y \geq (x-1/2)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:03:50	01:04:11	00:00:21	
	Analisa o gráfico	-	-	01:04:11	01:04:41	00:00:30	
	No menu de comandos seleciona "Graph" e "New Relation"	It	-	01:04:41	01:04:43	00:00:02	
	Digita $y \geq (x-1)^2 + 1$	It	OMA	01:04:43	01:06:13	00:01:30	
	Seleciona palheta de cores da relação e troca a cor amarela por branco e plota o gráfico	It	-	01:06:13	01:06:18	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	01:06:18	01:06:26	00:00:08	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 1 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:06:26	01:06:30	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	01:06:30	01:06:37	00:00:07	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 1/2 \Rightarrow y \geq (x-1/2)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:06:37	01:06:45	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	01:06:45	01:07:24	00:00:39	
	Deleta $y \geq (x-1/2)^2 + 1/2$	lt	OMA	01:07:24	01:07:32	00:00:08	
	Acessa a relação $y \geq (x-1/2)^2 + 1/2$	lt	OMA	01:07:32	01:07:38	00:00:06	
	Pausa	-	-	01:07:38	01:09:35	00:01:57	
	Edita $y \geq (x-1/2)^2 + 1/2 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:09:35	01:09:46	00:00:11	00:08:36
	Analisa o gráfico	-	-	01:09:46	01:09:59	00:00:13	
	Na nova relação digita $y \geq (x-2)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:09:59	01:10:26	00:00:27	
	Analisa o gráfico	-	-	01:10:26	01:10:40	00:00:14	
	Edita $y \geq (x-2)^2 + 1/2 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:10:40	01:10:51	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	01:10:51	01:10:57	00:00:06	
	Deleta $y \geq (x-1)^2 + 1/2$	lt	OMA	01:10:57	01:11:02	00:00:05	
	Edita (relação 5) $y \geq (x-1)^2 + 1/2 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:11:02	01:11:14	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	01:11:14	01:11:19	00:00:05	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 1 \Rightarrow y \geq (x-1)^2 + 2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:11:19	01:11:21	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	01:11:21	01:11:49	00:00:28	
	Edita $y \geq (x-1)^2 + 2 \Rightarrow y = (x-1)^2 + 2$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:11:49	01:12:01	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	01:12:01	01:12:14	00:00:13	
	Edita $y = (x-1)^2 + 2 \Rightarrow y = (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	lt	OMA	01:12:14	01:12:22	00:00:08	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	01:12:22	01:13:02	00:00:40	
	Na nova relação digita $y = (x-1)^2 + 2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:13:02	01:13:36	00:00:34	
	Analisa o gráfico	-	-	01:13:36	01:14:06	00:00:30	
	Na relação $y = (x-1)^2 + 2$ selciona palheta de cores e altera de branco para rosa e plota o gráfico	It	-	01:14:06	01:14:15	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	01:14:15	01:14:19	00:00:04	
	Edita $y = (x-1)^2 + 2 \Rightarrow y = (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:14:19	01:14:22	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	01:14:22	01:14:54	00:00:32	
	Edita $y = (x-1)^2 + 1/2 \Rightarrow y = (x-2)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:14:54	01:15:05	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	01:15:05	01:15:11	00:00:06	
	Edita $y = (x-2)^2 + 1/2 \Rightarrow y = (x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:15:11	01:15:17	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	01:15:17	01:15:21	00:00:04	
	Edita $y = (x-1)^2 + 1/2 \Rightarrow y = 2(x-1)^2 + 1/2$ e plota o gráfico	It	OMA	01:15:21	01:15:33	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	01:15:33	01:15:54	00:00:21	
	Edita $y = 2(x-1)^2 + 1/2$ insere a restrição $2(x-1)^2 + 1/2 \geq y \geq (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	It	OMA	01:15:54	01:18:06	00:02:12	
	Analisa o gráfico	-	-	01:18:06	01:18:29	00:00:23	
	Na relação $y = 2(x-1)^2 + 1/2$ edita a restrição $2(x-1)^2 + 1/2 \geq y \geq (x-1)^2 + 1 \Rightarrow 2(x-1)^2 + 1/2 \leq y \leq (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	It	OMA	01:18:29	01:18:44	00:00:15	
	Analisa o gráfico	-	-	01:18:44	01:18:55	00:00:11	
	Edita a relação $y = (x-1)^2 + 1$ insere a restrição $2(x-1)^2 + 1/2 \leq y \leq (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	It	OMA	01:18:55	01:20:17	00:01:22	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
Nariz	Edita a relação $(x-1)^2 + (y-3)^2 = 1/2 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-3)^2 \leq 1/2$ e plota o gráfico	It	Oma	01:25:08	01:25:15	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	01:25:15	01:25:24	00:00:09	
	Edita a relação $y = (x-1)^2 + 1 \Rightarrow y \leq (x-1)^2 + 1$ e plota o gráfico	It	Oma	01:25:24	01:25:32	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	01:25:32	01:25:35	00:00:03	
Rosto do Smile	Edita a relação $(x-1)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-4)^2 \leq 16$ e plota o gráfico	It	Oma	01:25:35	01:25:52	00:00:17	
	Analisa o gráfico			01:25:52	01:25:58	00:00:06	
	Edita a relação $(x-1)^2 + (y-4)^2 \leq 16 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-4)^2 = 16$ e plota o gráfico	It	Oma	01:25:58	01:26:06	00:00:08	
	Analisa o gráfico			01:26:06	01:26:19	00:00:13	
	Edita a relação $(x-1)^2 + (y-4)^2 = 16 \Rightarrow (x-1)^2 + (y-4)^2 \leq 16$ e plota o gráfico	It	Oma	01:26:19	01:26:32	00:00:13	
	Na janela "View Tools" desmarca todas as seleções de cores das relações e marca na sequência desejada	It	-	01:26:32	01:26:54	00:00:22	
	Analisa o gráfico		-	01:26:54	01:27:03	00:00:09	
	Acessa documento do Word - cola print screen da atividade do GrafEq	Ac	-	01:27:03	01:27:14	00:00:11	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:27:14	01:27:16	00:00:02	
	Maximiza a janela gráfica	Ac	-	01:27:16	01:27:21	00:00:05	
	Acessa documento do Word - cola print screen da atividade do GrafEq	Ac	-	01:27:21	01:28:10	00:00:49	
	Salva documento do Word e fecha aplicativo	Ac	-	01:28:10	01:29:36	00:01:26	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:29:36	01:29:38	00:00:02	
	No menu de comandos seleciona "File" e "Save Graph as..."	It	-	01:29:38	01:30:00	00:00:22	
	Fecha janela gráfica	Ac	-	01:30:00	01:30:03	00:00:03	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Fecha área de trabalho do GrafEq	Ac	-	01:30:03	01:30:28	00:00:25	
	Acessa navegador da internet	Ac	-	01:30:28	01:30:30	00:00:02	
	Fecha navegador da internet	Ac	-	01:30:30	01:30:32	00:00:02	

Legenda:

Itz – Ações que caracterizam a instrumentalização do sujeito

It – Ações que caracterizam a instrumentação do sujeito

Ac – Ações que não caracterizam instrumentação e nem instrumentalização

OMA – Objeto matemático adequado

OMI – Objeto matemático inadequado

APÊNCICE D – Tabela de transcrição do vídeo da resolução de Paula para a tarefa de desenhar o esboço da Bandeira do Brasil

Transcrição do vídeo da atividade presencial do projeto de extensão							
Professor(a): Paula		Tarefa: Utilizar o software GrafEq para desenhar a Bandeira do Brasil				Data: 8/11/12	
Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa e-mail, abre arquivo com planejamento de atividade utilizando o GrafEq	Ac	-	00:00:00	00:11:07	00:11:07	Discute o planejamento com colegas, acessa arquivo do Word com as atividades do Barco e do "Smile"
Acessar o software	Seleciona o icone do GrafEq na área de trabalho e abre o software	Ac	-	00:11:07	00:11:09	00:00:02	
	Seleciona o idioma	Ac	-	00:11:09	00:11:13	00:00:04	
	Aceita os termos de uso	Ac	-	00:11:13	00:11:19	00:00:06	
	Acessa menu do software e seleciona "Relación" e analisa as opções	ltz	-	00:11:19	00:11:24	00:00:05	
	No menu do software seleciona "Grafico" e analisa as opções	ltz	-	00:11:24	00:11:29	00:00:05	
	No menu do software seleciona "Archivo" e analisa as opções e seleciona "guardar el grafico"	ltz	-	00:11:29	00:11:36	00:00:07	
	Fecha a janela "salvar como" aberta na ação anterior	ltz	-	00:11:36	00:11:40	00:00:04	
	No menu do software seleciona "Relación" e analisa as opções	ltz	-	00:11:40	00:11:43	00:00:03	
	No menu do software seleciona "grafico" e "nueva relación"	ltz	-	00:11:43	00:11:45	00:00:02	
	No menu do software seleciona "Grafico" analisa as opções	ltz	-	00:11:45	00:11:55	00:00:10	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Fecha o menu flutuante "Botones Fáciles"	Itz	-	00:11:55	00:11:57	00:00:02	
Desenhar o retângulo	Digita $y = x$ e plota o gráfico	It	Omi	00:11:57	00:12:07	00:00:10	Relação #1
	Seleciona o tipo de gráfico	It	-	00:12:07	00:12:14	00:00:07	
	Pausa	-	-	00:12:14	00:12:24	00:00:10	Analisa a relação digitada
	Edita a função $y = x \Rightarrow$	It	-	00:12:24	00:12:35	00:00:11	Abre
	Abre documento do Word com atividade do barco	Ac	-	00:12:35	00:12:43	00:00:08	Analisa as relações utilizadas na atividade
	Edita a função $y = x \Rightarrow y$	-	-	00:12:43	00:12:47	00:00:04	
	Abre documento do Word com atividade do barco	Ac	-	00:12:47	00:12:49	00:00:02	
	Edita a função $y \Rightarrow 1 < y < 4$ e plota o gráfico	It	Oma	00:12:49	00:13:07	00:00:18	
	Pausa	-	-	00:13:07	00:13:11	00:00:04	
	Acessa e-mail	Ac	-	00:13:11	00:14:12	00:01:01	
	Retorna GrafEq e analisa a relação	-	-	00:14:12	00:14:22	00:00:10	
	Edita a função $1 < y < 4 \Rightarrow 1 < y < 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:22	00:14:25	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:25	00:14:29	00:00:04	
	Edita a função $1 < y < 5 \Rightarrow 1 < y < 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:29	00:14:31	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:31	00:14:34	00:00:03	
	Edita a função $1 < y < 6 \Rightarrow 1 < y < 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:34	00:14:41	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:41	00:14:46	00:00:05	
	Edita a função $1 < y < 7 \Rightarrow 1 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:46	00:14:47	00:00:01	
	Analisa o gráfico	-	-	00:14:47	00:14:58	00:00:11	
	Edita a função $1 < y < 8 \Rightarrow 2 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:14:58	00:15:03	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:15:03	00:15:07	00:00:04	
	Edita a função $2 < y < 8 \Rightarrow 0 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:15:07	00:15:16	00:00:09	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:15:16	00:15:21	00:00:05	
	Acessa e-mail	Ac	-	00:15:21	00:16:09	00:00:48	
	Abre documeto do Word com atividade do barco	Ac	-	00:16:09	00:16:58	00:00:49	Analisa as relações da atividade do barco e discute com os colegas como inserir uma restrição em uma relação
	Retorna GrafEq e no menu "Grafico" seleciona "Nueva Relación"	ltz	-	00:16:58	00:17:04	00:00:06	
	No menu da relação #1 analisa opções no menu da relação e seleciona a palheta de cores alterando de vermelho para verde a cor do gráfico da relação	ltz	-	00:17:04	00:17:25	00:00:21	
Desenhar o losango	Acessa a relação #2 e no menu seleciona a palheta de cores alterando de verde para amarelo a cor do gráfico da relação	lt	-	00:17:25	00:17:39	00:00:14	
	Digita a relação $2 < y < 5$ e plota o gráfico	lt	Omi	00:17:39	00:18:00	00:00:21	
	Analisa o gráfico	-	-	00:18:00	00:19:32	00:01:32	Conversa com os colegas
	Abre documeto do Word com atividade do barco	-	-	00:19:32	00:19:45	00:00:13	
	Retorna GrafEq e analisa o gráfico	-	-	00:19:45	00:20:06	00:00:21	
	Edita a relação $2 < y < 5 \Rightarrow y = x + 3$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:20:06	00:20:21	00:00:15	
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:21	00:20:26	00:00:05	
	Edita a relação $y = x + 3 \Rightarrow y = x - 3$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:20:26	00:20:37	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:20:37	00:20:47	00:00:10	
	Acessa a relação #3 digita a relação $y = 2 + 3$	lt	Omi	00:20:47	00:21:16	00:00:29	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:16	00:21:28	00:00:12	
	Edita a relação $y = 2 + 3 \Rightarrow y = x + 3$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:21:28	00:21:37	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:37	00:21:44	00:00:07	
	Edita a relação $y = x + 3 \Rightarrow y = -x + 3$ e plota o gráfico	lt	Oma	00:21:44	00:21:51	00:00:07	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:51	00:21:55	00:00:04	
	Edita a relação $y = -x + 3 \Rightarrow y = -x + 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:21:55	00:21:59	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:21:59	00:22:03	00:00:04	
	Edita a relação $y = -x + 6 \Rightarrow y = -x + 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:22:03	00:22:06	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:22:06	00:22:10	00:00:04	
	Edita a relação $y = -x + 8 \Rightarrow y = -x + 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:22:10	00:22:12	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	00:22:12	00:22:26	00:00:14	
	Edita a relação $y = -x + 9 \Rightarrow y = -2x + 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:22:26	00:22:31	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:22:31	00:22:36	00:00:05	
	Edita a relação $y = -2x + 9 \Rightarrow y = -x + 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:22:36	00:22:44	00:00:08	
	Acessa menu do software e seleciona "Relación" e insere nova relação	It	-	00:22:44	00:22:52	00:00:08	
	Pausa	-	-	00:22:52	00:23:10	00:00:18	
	Edita a nova relação: $y = -(1/3)x - 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:23:10	00:23:23	00:00:13	
	Analisa o gráfico	-	-	00:23:23	00:23:30	00:00:07	
	Edita a relação $y = -(1/3)x - 9 \Rightarrow y = -1x - 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:23:30	00:23:37	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:23:37	00:23:45	00:00:08	
	Edita a relação $y = -1x - 9 \Rightarrow y = -1x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:23:45	00:23:49	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:23:49	00:23:52	00:00:03	
	Edita a relação $y = -1x - 6 \Rightarrow y = -1x - 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:23:52	00:23:57	00:00:05	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:23:57	00:24:02	00:00:05	
	Edita a relação $y = -1x - 5 \Rightarrow y = -1x - 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:24:02	00:24:07	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:24:07	00:24:36	00:00:29	Discute como ajustar o retângulo da bandeira
	Acessa e edita a relação que define o retângulo da bandeira $0 < y < 8 \Rightarrow 0 < y < 20$ e plota o gráfico	-	-	00:24:36	00:24:44	00:00:08	
	Pausa	It	Oma	00:24:44	00:25:18	00:00:34	Analisa o gráfico e discute a relação digitada
	Edita a relação $0 < y < 20 \Rightarrow 0 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:25:18	00:25:25	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:25:25	00:25:30	00:00:05	
	Acessa o menu flutuante de ferramentas de visualização do gráfico e desmarca as caixas das relações 1, 2 e 3, na sequência marca novamente as caixas das relações 1, 2, e 3. Altera a ordem de superposição dos gráficos	It	-	00:25:30	00:25:45	00:00:15	
	Edita a relação $0 < y < 9 \Rightarrow 2 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:25:45	00:25:53	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:25:53	00:25:55	00:00:02	
	Edita a relação $2 < y < 9 \Rightarrow -2 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:25:55	00:26:00	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:26:00	00:26:03	00:00:03	
	Edita a relação $-2 < y < 9 \Rightarrow -3 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:26:03	00:26:08	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:26:08	00:26:10	00:00:02	
	Edita a relação $-3 < y < 9 \Rightarrow -4 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:26:10	00:26:14	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:26:14	00:26:18	00:00:04	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Edita a relação $-4 < y < 9 \Rightarrow -5 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:26:18	00:26:23	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:26:23	00:26:26	00:00:03	
	Acessa o menu flutuante de ferramentas de visualização do gráfico e desmarca as caixas das relações 1, 2, 3 e 4, na sequência marca novamente as caixas das relações 1, 2, 3, e 4. Altera a ordem de superposição dos gráficos	-	-	00:26:26	00:26:37	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:26:37	00:28:05	00:01:28	Analisa e discute o desenho
	Acessa o menu gráfico e insere nova relação	-	-	00:28:05	00:28:15	00:00:10	
	Digita a relação $y = -2x + 4$ e plota o gráfico	It	Oma	00:28:15	00:28:44	00:00:29	
	Analisa o gráfico	-	-	00:28:44	00:28:54	00:00:10	
	Edita a relação $y = -2x + 4 \Rightarrow y = -2x + 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:28:54	00:29:06	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:06	00:29:10	00:00:04	
	Edita a relação $y = -2x + 5 \Rightarrow y = -2x - 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:29:10	00:29:12	00:00:02	
	Analisa o gráfico	-	-	00:29:12	00:29:51	00:00:39	
	Acessa documento do Word com a atividade do barco	-	-	00:29:51	00:30:06	00:00:15	
	Acessa documento do Word com a atividade do Smile	-	-	00:30:06	00:30:40	00:00:34	
	Acessa documento do Word com o planejamento de aula da bandeira	-	-	00:30:40	00:31:00	00:00:20	
	Acessa arquivos do pen drive	-	-	00:31:00	00:32:26	00:01:26	Analisa os arquivos procurando relações semelhantes as que precisa utilizar na atividade
	Acessa documento do Word com o planejamento de aula da bandeira	-	-	00:32:26	00:32:50	00:00:24	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Retorna ao GrafEq	-	-	00:32:50	00:32:52	00:00:02	
	Edita a relação $y = -2x - 5 \Rightarrow y = -2x + 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:32:52	00:32:58	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:32:58	00:33:12	00:00:14	
	Edita a relação $y = -2x + 5 \Rightarrow y = -x + 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:33:12	00:33:24	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	00:33:24	00:33:33	00:00:09	
	Edita a relação $y = -x + 3 \Rightarrow y = -10x + 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:33:33	00:33:37	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:33:37	00:33:41	00:00:04	
	Edita a relação $y = -10x + 3 \Rightarrow y = -20x + 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:33:41	00:33:46	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:33:46	00:33:53	00:00:07	
	Edita a relação $y = -20x + 3 \Rightarrow y = x - 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:33:53	00:34:28	00:00:35	
	Analisa o gráfico	-	-	00:34:28	00:34:33	00:00:05	
	Edita a relação $y = x - 5 \Rightarrow y = 3x + 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:34:33	00:34:44	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:34:44	00:34:50	00:00:06	
	Edita a relação $y = 3x + 5 \Rightarrow y = 2x + 4$ e plota o gráfico	It	Oma	00:34:50	00:34:59	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:34:59	00:35:04	00:00:05	
	Edita a relação $y = 2x + 4 \Rightarrow y = x + 4$ e plota o gráfico	It	Oma	00:35:04	00:35:56	00:00:52	
	Analisa o gráfico	-	-	00:35:56	00:36:05	00:00:09	
	Edita a relação $y = x + 4 \Rightarrow y = x + 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:36:05	00:36:08	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:08	00:36:12	00:00:04	
	Edita a relação $y = x + 6 \Rightarrow y = x + 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:36:12	00:36:15	00:00:03	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:15	00:36:41	00:00:26	
	Edita a relação $y = x + 9 \Rightarrow y = x + 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:36:41	00:36:46	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:46	00:36:47	00:00:01	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 9 \Rightarrow y = -x + 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:36:47	00:36:50	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:36:50	00:37:28	00:00:38	
	Acessa e edita a relação $y = x - 3 \Rightarrow y < x - 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:37:28	00:37:34	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:37:34	00:37:40	00:00:06	
	Edita a relação $y < x - 3 \Rightarrow y = x - 3$ e plota o gráfico	It	Oma	00:37:40	00:37:46	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:37:46	00:38:27	00:00:41	Discute sobre como colorir a região compreendida entre as retas
	Acessa e edita a relação $-5 < y < 9 \Rightarrow -9 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	00:38:27	00:38:46	00:00:19	
	Acessa o menu flutuante de ferramentas de visualização do gráfico e desmarca as caixas das relações 1, 2, 3 e 4, na sequência marca novamente as caixas das relações 1, 2, 3, e 4. Altera a ordem de superposição dos gráficos	-	-	00:38:46	00:38:56	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:38:56	00:39:01	00:00:05	
	Acessa o Google e busca por imagens da Bandeira do Brasil	-	-	00:39:01	00:39:34	00:00:33	
	Retorna ao GrafEq	-	-	00:39:34	00:39:35	00:00:01	
	Analisa o gráfico	-	-	00:39:35	00:39:44	00:00:09	
	Acessa e edita a relação $-9 < y < 9 \Rightarrow -9 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:39:44	00:39:48	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:39:48	00:39:51	00:00:03	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa o menu flutuante de ferramentas de visualização do gráfico e desmarca as caixas das relações 1, 2, 3 e 4, na sequência marca novamente as caixas das relações 1, 2, 3, e 4. Altera a ordem de superposição dos gráficos	-	-	00:39:51	00:39:58	00:00:07	
	Analisa o gráfico	-	-	00:39:58	00:40:07	00:00:09	
	Acessa e edita a relação $-9 < y < 8 \Rightarrow -7 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:40:07	00:40:13	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:40:13	00:40:16	00:00:03	
	Acessa o menu flutuante de ferramentas de visualização do gráfico e desmarca as caixas das relações 1, 2, 3 e 4, na sequência marca novamente as caixas das relações 1, 2, 3, e 4. Altera a ordem de superposição dos gráficos	-	-	00:40:16	00:40:27	00:00:11	
	Analisa o gráfico	-	-	00:40:27	00:40:39	00:00:12	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 8 \Rightarrow y = -x + 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:40:39	00:40:44	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:40:44	00:40:47	00:00:03	
	Acessa e edita a relação $y = x + 8 \Rightarrow y = x + 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:40:47	00:40:50	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:40:50	00:40:59	00:00:09	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 6 \Rightarrow y = -x + 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:40:59	00:41:04	00:00:05	
	edita a relação $y = -x + 5 \Rightarrow y = -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:04	00:41:11	00:00:07	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 7 \Rightarrow y = -x + 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:11	00:41:23	00:00:12	
	Acessa e edita a relação $y = x + 7 \Rightarrow y = x + 8$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:23	00:41:26	00:00:03	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Analisa o gráfico	-	-	00:41:26	00:41:32	00:00:06	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 8 \Rightarrow y = -x + 75$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:32	00:41:36	00:00:04	
	Edita a relação $y = -x + 75 \Rightarrow y = -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:36	00:41:47	00:00:11	
	Acessa e edita a relação $y = x + 8 \Rightarrow y = x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:41:47	00:41:53	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	00:41:53	00:42:06	00:00:13	
	Acessa e edita a relação $y = x - 3 \Rightarrow y = x - 4$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:06	00:42:09	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:42:09	00:42:14	00:00:05	
	Edita a relação $y = x - 4 \Rightarrow y = x - 2$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:14	00:42:17	00:00:03	
	Edita a relação $y = x - 2 \Rightarrow y = x - 5$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:17	00:42:21	00:00:04	
	Edita a relação $y = x - 5 \Rightarrow y = x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:21	00:42:26	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	00:42:26	00:42:31	00:00:05	
	Acessa e edita a relação $y = -1x - 3 \Rightarrow y = -1x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:31	00:42:34	00:00:03	
	Analisa o gráfico	-	-	00:42:34	00:42:54	00:00:20	
	Acessa e edita a relação $y = x - 6 \Rightarrow y \leq x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:42:54	00:43:08	00:00:14	Tenta colorir a região delimitada pelas retas
	Analisa o gráfico	-	-	00:43:08	00:43:12	00:00:04	
	Edita a relação $y \leq x - 6 \Rightarrow y \geq x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:43:12	00:43:24	00:00:12	
	Analisa o gráfico	-	-	00:43:24	00:43:30	00:00:06	
	Acessa e edita a relação $y = -1x - 6 \Rightarrow y \geq -1x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:43:30	00:43:40	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:43:40	00:43:58	00:00:18	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa e edita a relação $y = -x + 7 \Rightarrow y \Rightarrow -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:43:58	00:44:07	00:00:09	
	Acessa e edita a relação $y = x + 7 \Rightarrow y \leq x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:44:07	00:44:24	00:00:17	
	Acessa e edita a relação $y \Rightarrow x - 6 \Rightarrow y = x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:44:24	00:44:52	00:00:28	
	Acessa e edita a relação $y \Rightarrow -x + 7 \Rightarrow y = -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:44:52	00:44:54	00:00:02	
	Acessa e edita a relação $y \Rightarrow -1x - 6 \Rightarrow y = -1x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:44:54	00:45:03	00:00:09	
	Acessa e edita a relação $y \leq x + 7 \Rightarrow y = x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:45:03	00:45:13	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:45:13	00:45:17	00:00:04	
	Acessa e-mail	Ac	-	00:45:17	00:45:29	00:00:12	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	00:45:29	00:45:34	00:00:05	
	Navega pelo menu principal e analisa as opções de comandos	Itz	-	00:45:34	00:45:53	00:00:19	
	Acessa e edita a relação $y = x - 6 \Rightarrow y \geq x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	00:45:53	00:46:02	00:00:09	
	Analisa o gráfico	-	-	00:46:02	00:46:12	00:00:10	
	Acessa e edita a relação $y = -x + 7 \Rightarrow y \leq -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:46:12	00:46:22	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	00:46:22	00:46:30	00:00:08	
	Edita a relação $y \leq -x + 7 \Rightarrow y \geq -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	00:46:30	00:46:47	00:00:17	
	Analisa o gráfico	-	-	00:46:47	00:46:51	00:00:04	
	Edita a relação $y \geq -x + 7$ acessa a pleta de cores e altera para amarelo e plota o gráfico	It	-	00:46:51	00:46:54	00:00:03	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa a relação $x - 6 \leq y \leq x + 7$ edita a restrição $-\frac{1}{2} < x < \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{1}{2} < x < \frac{13}{2}$ e plota o gráfico	It	Oma	00:54:56	00:55:09	00:00:13	
	Analisa o gráfico	-	-	00:55:09	00:55:15	00:00:06	
	Acessa a relação $x - 6 \leq y \leq x + 7$ edita a restrição $-\frac{1}{2} < x < \frac{13}{2} \Rightarrow -\frac{3}{2} < x < \frac{13}{2}$ e plota o gráfico	It	Oma	00:55:15	00:55:23	00:00:08	
	Analisa o gráfico	-	-	00:55:23	00:55:33	00:00:10	
	Acessa a relação $x - 6 \leq y \leq x + 7$ edita a restrição $\frac{3}{2} < x < \frac{13}{2} \Rightarrow -\frac{13}{2} < x < \frac{13}{2}$ e plota o gráfico	It	Oma	00:55:33	00:55:37	00:00:04	
	Analisa o gráfico	-	-	00:55:37	00:55:59	00:00:22	
	Desloca a janela da relação $x - 6 \leq y \leq x = 7$	It	-	00:55:59	00:56:02	00:00:03	
	Desloca a janela da relação $y = -x + 7$	It	-	00:56:02	00:56:08	00:00:06	
	Reorganiza todas as janelas das relações	It	-	00:56:08	00:56:26	00:00:18	
	Pausa	-	-	00:56:26	00:56:49	00:00:23	
	Acessa e-mail	Ac	-	00:56:49	00:56:51	00:00:02	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	00:56:51	00:56:52	00:00:01	
	Pausa	-	-	00:56:52	01:05:49	00:08:57	Conversa com os colegas sobre como colorir a região delimitada pelas retas e observa como estes estão realizando a tarefa
	Acessa o e-mail	Ac	-	01:05:49	01:05:52	00:00:03	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:05:52	01:05:57	00:00:05	
	Pausa	-	-	01:05:57	01:06:58	00:01:01	
	Acessa e edita a relação $y = -1x - 6 \Rightarrow x + 7 \leq y \leq -1x - 6$ e plota o gráfico	It	Oma	01:06:58	01:07:39	00:00:41	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Acessa e edita a relação $y = -x + 7 \Rightarrow y > -x + 7$ e plota o gráfico	It	Oma	01:13:44	01:13:51	00:00:07	
	Edita a relação $y > -x + 7$ acessa a palheta de cores e muda a cor para verde e plota o gráfico	It	-	01:13:51	01:13:54	00:00:03	
	Acessa o menu e insere nova relação	It	-	01:13:54	01:14:00	00:00:06	
	Digita a relação $y = 8$ e plota o gráfico	It	Oma	01:14:00	01:14:17	00:00:17	
	edita a relação $y = 8 \Rightarrow y > 8$ e plota o gráfico	It	Oma	01:14:17	01:14:22	00:00:05	
	Edita a relação $y > 8$ acessa a palheta de cores e muda a cor para branco 8 e plota o gráfico	It	Oma	01:14:22	01:14:27	00:00:05	
	Analisa o gráfico	-	-	01:14:27	01:14:34	00:00:07	
	Reorganiza a área de trabalho	Ac	-	01:14:34	01:14:58	00:00:24	
	Pausa	-	-	01:14:58	01:16:47	00:01:49	
	Acessa e edita a relação $-7 < y < 8 \Rightarrow -7 < y < 7$ e plota o gráfico	It	Oma	01:16:47	01:16:53	00:00:06	
	Analisa o gráfico	-	-	01:16:53	01:17:35	00:00:42	
	Acessa menu de visualização e desmarca as seleções de exibição remarcando na sequência para ajustar a visualização da janela gráfica	It	-	01:17:35	01:18:13	00:00:38	
	Acessa e edita a relação $-7 < y < 7 \Rightarrow -7 < y < 9$ e plota o gráfico	It	Oma	01:18:13	01:18:23	00:00:10	
	Analisa o gráfico	-	-	01:18:23	01:18:26	00:00:03	
	Acessa e edita a relação $-7 < y < 9 \Rightarrow -7 < y < 8$ e plota o gráfico	It	Oma	01:18:26	01:18:30	00:00:04	
	Acessa menu de visualização e desmarca as seleções de exibição remarcando na sequência para ajustar a visualização da janela gráfica	It	-	01:18:30	01:18:55	00:00:25	
	Pausa	-	-	01:18:55	01:21:23	00:02:28	

Atividade	Ação	Classificação		início	fim	duração	Observações
		Gênese Instrumental	Objeto matemático				
	Minimiza todos os programas e no menu iniciar do Windows abre um novo documento do Word	Ac	-	01:27:03	01:27:28	00:00:25	
	Cola no documento um Print Screen da área de trabalho do GrafEq	Ac	-	01:27:28	01:27:43	00:00:15	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:27:43	01:27:44	00:00:01	
	Acessa e edita a relação $x - 6 \leq y \leq x + 7$ acessa a palheta de cores e muda a cor para amarelo e plota o gráfico	It	-	01:27:44	01:27:52	00:00:08	
	Acessa e edita a relação $x^2 + (y - 1)^2 \leq 9$ acessa a palheta de cores e muda a cor para azul	It	-	01:27:52	01:28:04	00:00:12	
	Pausa	-	-	01:28:04	01:28:34	00:00:30	
	Acessa documento do Word e cola novo Print Screen da área de trabalho do GrafEq	Ac	-	01:28:34	01:28:47	00:00:13	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:28:47	01:28:48	00:00:01	
	Acessa o menu de visualização e remove os eixos cartesianos	It	-	01:28:48	01:29:08	00:00:20	
	Acessa documento do Word e cola novo Print Screen da área de trabalho do GrafEq, escreve as orientações para as atividades que devem ser realizadas a distância, salva o documento na área de trabalho e no pen drive e por fim fecha o documento	Ac	-	01:29:08	01:31:38	00:02:30	
	Retorna ao GrafEq	Ac	-	01:31:38	01:31:39	00:00:01	
	Acessa o menu principal, salva o arquivo no pen drive e fecha o arquivo	Ac	-	01:31:39	01:31:57	00:00:18	
	Fecha todos os arquivos e navegador de internet	Ac	-	01:31:57	01:32:12	00:00:15	

Legenda:

Itz – Ações que caracterizam a instrumentalização do sujeito

It – Ações que caracterizam a instrumentação do sujeito

Ac – Ações que não caracterizam instrumentação e nem instrumentalização

OMA – Objeto matemático adequado

OMI – Objeto matemático inadequado