

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA

**A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA VIA PROJETOS NO SLOGO: O ALUNO
COMO PROTAGONISTA NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BRUNA SANTOS DE SOUZA

PORTO ALEGRE

2012/2

A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA VIA PROJETOS NO SLOGO: O ALUNO COMO PROTAGONISTA NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Trabalho apresentado junto ao curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Rodrigues Notare Meneghetti

BRUNA SANTOS DE SOUZA

Porto Alegre

2012/2

A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA VIA PROJETOS NO SLOGO: O ALUNO COMO PROTAGONISTA NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Trabalho apresentado junto ao curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Rodrigues Notare Meneghetti

Banca examinadora:

Profa. Dra. Elisabete Zardo Búrigo

INSTITUTO DE MATEMÁTICA – UFRGS

Prof. Dr. Marcus Vinícius de Azevedo Basso

INSTITUTO DE MATEMÁTICA – UFRGS

Porto Alegre, dezembro de 2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que sempre me ensinaram a dar valor aos estudos e me incentivaram durante essa jornada. Obrigada por acreditarem sempre em meu potencial e por serem personagens principais e incansáveis que guiaram meus passos até aqui

Às minhas irmãs, Ana Paula e Gabrielle, cuja simples denominação de parentesco não demonstra o quanto representam para mim. Obrigada por dedicarem a mim tanto amor e zelo. Obrigada por permitirem que os laços de amor e cumplicidade nos unam totalmente já que os de sangue não o fazem por completo.

Ao meu afilhado que nasceu durante a graduação tornando cada momento difícil mais doce e alegre com a sua simples presença.

Ao Marcelo que se tornou companheiro integral de estudos e de vida cuja paciência e dedicação foram essenciais. Obrigada por ser o que estava faltando em minha vida.

Aos amigos que participaram efetivamente dos melhores e piores momentos. Em especial ao Gilberto, com sua alegria contagiante, ao amigo Rafael com seu abraço acolhedor e às amigas queridas Patrícia e Graziela, sem as quais a prática do trabalho não seria possível. Obrigada por serem mais que amigos, verdadeiros irmãos.

Ao mais especial dos amigos, Ronaldo (*in memoriam*), que não deixou apenas saudade, deixou também o aprendizado de aproveitar o que é simples e único na vida.

À orientadora tão especial, professora Márcia Notare, obrigada por toda dedicação ao meu trabalho e por tornar-me uma orientanda de sorte por ter suas ideias complementando às minhas.

À banca examinadora, professores Marcus e Elisabete, que aceitaram fazer parte deste momento tão especial compreendendo o quão importante a presença deles era para mim.

Cada vez que se ensina prematuramente a uma criança alguma coisa que ela poderia descobrir sozinha, se lhe impede de inventá-la e conseqüentemente, de entendê-la completamente. (Piaget)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de aprendizagem com o software SuperLogo 3.0, inspirada na ideia do Construtivismo e tratando o erro dos alunos como parte do processo de aprendizagem. A prática foi realizada com alunos da Educação Básica e o objetivo foi analisar como os alunos utilizam conceitos Matemáticos, mesmo que ainda não formalizados, para realizarem as atividades propostas. A análise dos dados coletados foi baseada na teoria de Piaget e na ideia de utilização do erro como parte do processo de aprendizagem. Com essa análise, pode-se concluir que é possível trabalhar conceitos matemáticos com os alunos utilizando o software SuperLogo 3.0.

Palavras-chave: SuperLogo 3.0; construtivismo; aprendizagem Matemática; projetos

ABSTRACT

This paper proposes to learn with the software SuperLogo 3.0, inspired in the Constructivism idea and dealing with the bug as part of the learning process. The practice was realized with Primary School students and the purpose was to analyze how those students use Mathematic issues, even not formalized, to accomplish the activities proposals. The analysis of collected data was based in the Piaget Theory and in the idea of utilization the bug as part of the process of learning. With this analysis, it can be concluded that is possible to work mathematical concepts with students using the software SuperLogo 3.0.

Key-words: SuperLogo 3.0, constructivism, Mathematic learning, projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tartaruga de chão	15
Figura 2: Interface do SLogo	16
Figura 3: Sequência de comandos pf e pd no SLogo.....	18
Figura 4: Janela de Procedimento do SLogo	19
Figura 5: Triângulo equilátero feito no SLogo com uma variável e com o comando repita.	20
Figura 6: Esquema do processo de aprendizagem na perspectiva Piagetiana.	26
Figura 7: Projeto de um carro feito no SLogo levado aos alunos.	36
Figura 8: Projetos de uma casa feita no SLogo apresentado aos alunos.	37
Figura 9: Visualização de uma aluna sobre as formas geométricas que formavam o carro.	37
Figura 10: Aluna desenhando a letra "T"	40
Figura 11: Alguns movimentos aleatórios utilizando as primitivas realizado por uma aluna	40
Figura 12: Exemplo de procedimento apresentado.....	42
Figura 13: Simulação do giro que a dupla estava realizando.....	46
Figura 14: Urso Ted ao final do encontro.	48
Figura 15: Visualização do ângulo do triângulo.....	49
Figura 16: Projeto Casa em Perspectiva ao término do encontro.	50
Figura 17: Projeto Urso Ted ao final do encontro.....	52
Figura 18: Procedimento do paralelogramo.	52
Figura 19: Projeto da casa em perspectiva ao término do encontro.	53
Figura 20: Projeto Urso Ted finalizado.	56
Figura 21: Simulação dos ângulos referidos.	57
Figura 22: Casa em Perspectiva ao final do 4º encontro.....	60
Figura 23: Comparação do projeto inicial com o resultado final.	61

Figura 24: Comparação da Casa desenhada no papel e da Casa construída no SLogo.....	62
Figura 25: Projeto Urso Ted com elementos matemáticos em destaque.	68
Figura 26: Projeto Casa em Perspectiva com elementos matemáticos destacados.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Primitivas e outros comandos usados frequentemente no SLogo.... 17

SUMÁRIO

1. Introdução	12
2. Conhecendo um pouco o SuperLogo.....	15
3. Considerações sobre o logo na aprendizagem de matemática.....	21
3.1. A utilização do computador na escola.....	21
3.2. A aprendizagem na perspectiva de piaget	24
3.3. O papel do erro na aprendizagem de matemática	27
4. A experiência prática	32
4.1. O trabalho com projetos	32
4.2. Planejamento da prática	34
4.3. Observações e análises	35
4.3.1. Observação e análise do 1º encontro	36
4.3.2. Observação e análise do 2º encontro	43
4.3.3. Obervação e análise do 3º encontro	51
4.3.4. Observação e análise do 4º encontro	54
4.3.5. Observação e análise do 5º encontro	60
4.4. As alunas utilizaram matemática?.....	67
5. Considerações finais	71
6. Referências bibliográficas	73
7. Apêndices.....	75

1. INTRODUÇÃO

A motivação em trabalhar com o SuperLogo 3.0 começou quando elaboramos um minicurso para o EREMat-Sul, que ocorreu na Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, em setembro de 2011. Nesse evento também se fez presente outra colega que desenvolveu seu Trabalho de Conclusão¹ sobre o software SuperLogo. O nosso minicurso² foi realizado por mim e outros dois colegas³, contou com cerca de vinte participantes e ocorreu em dois encontros de uma hora e trinta minutos. O objetivo central do minicurso era divulgar para outros estudantes de Matemática e professores da Educação Básica possibilidades de utilização do software SLogo⁴.

Porém, percebemos, ao longo do minicurso, que nossas atividades eram demasiadamente diversificadas. Pecamos pelo exagero de informação contida num único minicurso. Foi possível perceber que os participantes apresentavam dificuldades em generalizar os conceitos matemáticos necessários para a realização das atividades propostas.

Muitas situações interessantes aconteceram. Observei participantes realizarem atividades e ficarem tão contentes a ponto de tirarem foto da própria tela do computador. Alguns participantes realmente se envolveram nas atividades; no dia seguinte, alguns relataram que haviam feito o download do programa em casa e realizado algumas brincadeiras.

Foi então que notei que, apesar da dificuldade matemática de alguns participantes, o gosto pelo software também se desenvolveu. Assim como eu, aquelas pessoas conseguiram superar o desafio (que era a matemática) e estavam dispostos a apreciar aquele software com uma “roupagem” diferente. O

¹ O Trabalho é de autoria de Marília Luiza Matte e está disponível em http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/37116?locale=pt_BR.

² Esse minicurso não foi elaborado com ideia prévia de utilização em um Trabalho de Conclusão de Curso, portanto não foi feito um Termo de Concordância para a utilização de materiais dos participantes. Aqui, faço apenas um relato, visto que foi esse minicurso o ponto de partida para meu trabalho, mesmo que não tivesse a mínima ideia disso na época.

³ Ricardo de Souza Santos – Mestre em Ensino de Matemática (UFRGS). Professor do Complexo de Ensino Superior de Cachoeirinha. Contato: ricardo.santos@cesuca.edu.br.
Marcelo de Souza Santos – Licenciando em Matemática (UFRGS). Contato: marcelo.s.mat@hotmail.com.

⁴ Utilizarei essa notação ao me referir ao software SuperLogo 3.0.

envolvimento de alguns era tanto, que senti muita vontade de continuar fazendo minicursos com o software. Mas dessa vez com algum embasamento teórico mais aprofundado. Eu queria estudar essa linguagem, conhecer seus benefícios para os alunos, para os professores e talvez entender as razões para eu tê-la conhecido apenas no ensino superior. E assim, nasceu ali a ideia de escrever sobre LOGO em meu TCC.

A ideia inicial era desenvolver com alunos da educação básica o mesmo tipo de atividade proposta aos participantes do EREMat-Sul. Atividades sequenciais guiadas, as quais todos os alunos estariam realizando as mesmas atividades durante o mesmo tempo. A sequência de atividades já estava sendo repensada para que não fossem cometidos alguns equívocos ocorridos no minicurso. Porém as leituras realizadas para a elaboração do TCC, sobre o software, sobre sua utilização em sala de aula e sobre o processo de aprendizagem, fizeram-me repensar não somente a sequência de atividade, mas a proposta de prática.

Percebi que devemos dar ao aluno um espaço para que ele próprio faça suas conexões (PAPERT, 1994, p. 146). Após entrar em contato com as ideias apresentadas nos livros sobre alunos engajados em projetos utilizando a linguagem LOGO, percebi que talvez seja essa uma das formas de utilizar o software SLogo, permitindo que o aluno estabeleça suas conexões e, com isso, construa um significado aos conceitos, ou seja, construa seu próprio conhecimento.

A possibilidade de trabalhar com software em sala de aula tornou-se um dos discursos mais utilizados por professores recém-formados e atuantes. Concordo com os que defendem que a utilização de computadores em sala de aula deva ocorrer. Porém, não basta apenas levar os alunos para o laboratório de informática. É preciso que coloquem o aluno como sujeito ativo, como protagonista na construção do seu próprio conhecimento.

Dessa forma, discordo da ideia de que uma aula deve ser feita com participação ativa do professor e passiva do aluno. Acredito no potencial de aulas que dão ao aluno a possibilidade de agir, colocando aluno e professor no papel de investigadores. Assim, o aluno poderá ter autonomia no desenvolvimento de suas atividades, o que poderá despertar o interesse do mesmo nas aulas.

A escolha do software SLogo se deu por se tratar de um programa que permite ao aluno a experimentação. Esse software permite mostrar ao aluno que um teste seguido de um erro pode ser uma ferramenta poderosa na reflexão de conceitos ali presentes e não uma etapa a ser apagada e esquecida.

Com a escolha do software SLogo, pensamos na possibilidade de explorarmos esse mundo onde o sujeito programe e comande a atividade, dando espaço para o ensaio. Para Papert (1988, p. 100), “Em LOGO, o conceito dá poderes à criança, e ela vivencia o que para os matemáticos significa possibilitar a toda uma cultura fazer coisas que ninguém podia fazer antes”.

Para explorar o potencial do software, foi elaborada uma experiência com alunos da sétima série (oitavo ano) na forma de projetos. Os alunos desenvolveram projetos no SLogo, onde eles escolheriam o que lhes interessava fazer. O auxílio do professor se deu por meio do suporte necessário para despertar o interesse dos participantes e auxiliando na execução de comandos.

A prática visava também a reflexão sobre os erros dos alunos, permitindo que o erro fosse parte do processo de aprendizagem. Durante a prática, foi feita a coleta de dados, que se deu por meio de perguntas feitas aos alunos e de falas espontâneas dos mesmos durante a elaboração dos projetos. A partir da prática, realizamos uma análise das produções dos alunos e dos conceitos matemáticos utilizados nesse processo.

No Capítulo 2, temos a apresentação do software SuperLogo 3.0, alguns comandos e ferramentas. No Capítulo 3, apresentamos uma revisão teórica sobre a aprendizagem de Matemática com uso de software. O Capítulo 4 foi destinado à descrição da prática, com suas observações e análises. Ainda neste Capítulo, buscamos identificar a Matemática presente nos projetos das alunas, para evidenciar que é possível aprender Matemática a partir de um projeto com o software SLogo. No Capítulo 5, temos as considerações finais sobre o desenvolvimento do trabalho.

2. CONHECENDO UM POUCO O SUPERLOGO

A linguagem LOGO e o software Logo foram desenvolvidos no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Seymour Papert foi um de seus defensores e criadores. Uma das versões que ainda é utilizada atualmente é o SuperLogo 3.0⁵. Sua tradução para o português foi feita pelo Núcleo de Informática Educativa da Universidade de Campinas, o NIED. O software Logo consistia, em suas primeiras versões, em um robô que se movimentava conforme comandos na linguagem LOGO, deixando um rastro de caneta por onde passava. O robô era grande, uma espécie de semiesfera, e foi chamado de Tartaruga de Chão (Figura 1). Segundo Valente (1988, pág. 4) “Este robô se movimentava de maneira muito lenta, daí a identificação com a Tartaruga”. A linguagem LOGO foi desenvolvida para ser uma linguagem computacional para nos comunicarmos com a Tartaruga de Chão e, atualmente, com a Tartaruga Virtual.



Figura 1: Tartaruga de chão

Fonte: “LOGO: computadores e educação” de Seymour Papert.

Hoje em dia, as versões mais atualizadas apresentam uma tartaruga virtual que, do mesmo modo, também reproduz movimentos comandados pelo aluno utilizando a linguagem LOGO. Com a Tartaruga Virtual, também podemos visualizar o rastro que a Tartaruga deixa por onde passa. Da mesma forma que a Tartaruga de

⁵ O download do software pode ser feito em http://pan.nied.unicamp.br/software/software_detalhes.php?id=33

Chão deixava um rastro de caneta, a Tartaruga Virtual deixa uma linha na tela do computador, como se fosse uma espécie de caneta também. Na interface do SLogo, temos a Janela Gráfica (onde localiza-se a Tartaruga⁶) e a Janela de Comandos (onde são inseridos os comandos). Temos também alguns botões ao lado da Janela de Comandos. A Figura 2 ilustra a interface inicial do SLogo.

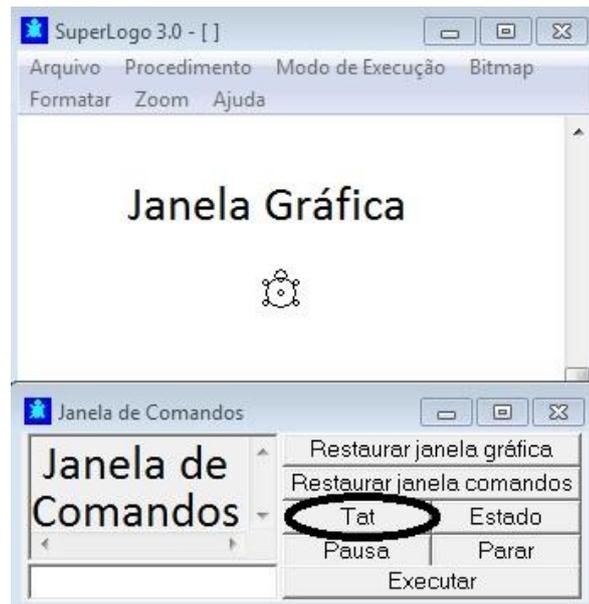


Figura 2: Interface do SLogo

O botão TAT limpa a Janela Gráfica, ou seja, apaga tudo que foi feito na Janela Gráfica e deixa a Tartaruga em sua posição inicial⁷. Na Janela de Comandos, escrevemos o comando (por exemplo, para frente 100) e podemos clicar em EXECUTAR ou simplesmente apertar ENTER no próprio teclado do computador para que a Tartaruga execute o comando solicitado.

A linguagem LOGO é simples e muito intuitiva. Temos alguns comandos básicos de movimento que são: para frente, para trás, para direita e para esquerda. A escrita na Janela de Comandos e alguns comandos podem ser visualizados na Tabela 1.

⁶ Quando for mencionado apenas Tartaruga, estarei fazendo referência à Tartaruga Virtual e não à Tartaruga de Chão.

⁷ Essa é uma opção bastante útil quando estamos fazendo testes.

Tabela 1: Primitivas e outros comandos usados frequentemente no SLogo.

O que o usuário deseja fazer	Comando	Descrição
Para frente	parafrente <distância> ou pf <distância>	A Tartaruga anda para frente a distância determinada.
Para trás	paratras <distância> ou pt <distância>	A Tartaruga anda para trás a distância determinada.
Para direita	paradireita <ângulo> ou pd <ângulo>	A Tartaruga gira o ângulo determinado no sentido horário em torno de si mesma.
Para esquerda	paraesquerda <ângulo> ou pe <ângulo>	A Tartaruga gira o ângulo determinado no sentido anti-horário em torno de si mesma.
Desapareça Tartaruga	dt	A Tartaruga fica invisível
Use nada	um	A Tartaruga movimentase sem deixar traço
Use borracha	ub	A Tartaruga movimentase apagando por onde passa
Use lápis	ul	A Tartaruga movimentase deixando um traço por onde passa
Circunferência	circunferência <raio>	A Tartaruga desenha uma circunferência de raio determinado e centro em sua posição atual.

Usando esses comandos em sequências podemos criar diferentes formas, das mais simples, às mais complexas. Trago a construção de um triângulo equilátero (Figura 3) como exemplo de uma construção realizada no SLogo, para o leitor compreender melhor uma sequência de comandos.

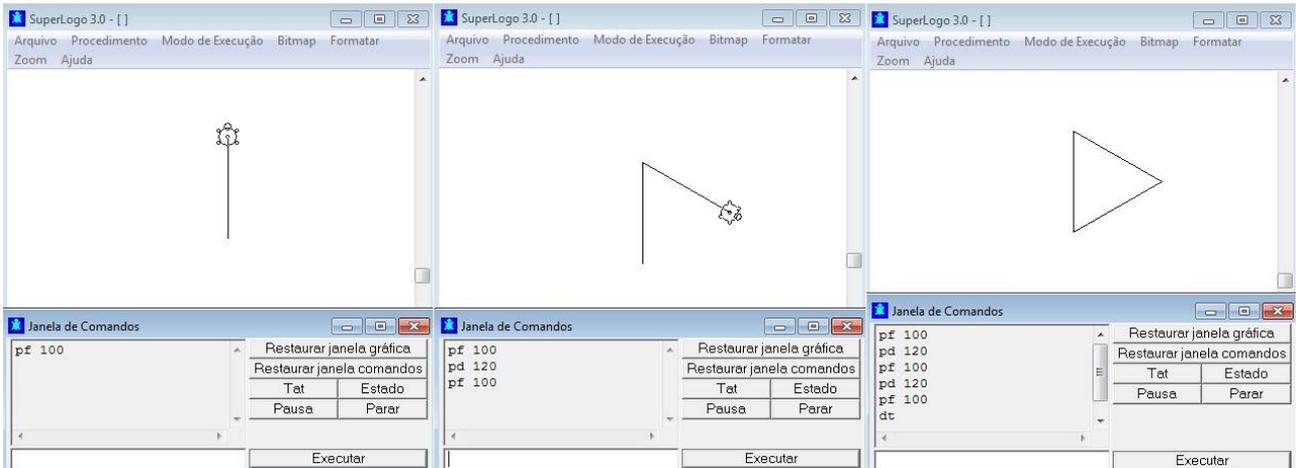


Figura 3: Sequência de comandos *pf* e *pd* no SLogo

Como vimos na Figura 3, utilizamos os comandos *pf* (parafrente) e *pd* (paradireita) e no final o comando *dt* (desapareçatartaruga), para que pudéssemos visualizar melhor o triângulo criado. O comando *pf 100* utilizando no primeiro momento, desloca a Tartaruga para frente, como podemos visualizar na primeira parte do desenho. O segundo comando dado é *pd 120* que gira a Tartaruga para a direita 120° . O ângulo de 120° foi escolhido para que o ângulo interno do triângulo fosse de 60° . Como a Tartaruga gira por fora, precisamos comandá-la para que gire o ângulo externo ao ângulo de um triângulo equilátero, ou seja 120° .

Quando trabalhamos no SLogo, temos outras opções de comandos, que podem ser identificados no menu *Ajuda*. O software também permite que o sujeito crie seus próprios comandos, conhecidos como procedimentos, a partir de comandos já conhecidos pela Tartaruga. Temos a possibilidade de elaborar um procedimento que crie um comando para desenhar um triângulo equilátero, por exemplo. Dessa forma, sempre que quisermos reproduzir um triângulo equilátero, poderemos utilizar um único comando e não uma lista de comandos em sequência, como foi feito na Figura 3.

O SLogo apresenta uma ferramenta direta para a criação de procedimento, no segundo menu do software, denominado *Procedimento*. Lá encontramos todas as opções para trabalharmos com procedimentos no SLogo. Ao clicarmos em *Procedimento* e *Novo*, abrirá uma janela onde vamos descrever nosso procedimento. No SLogo, devemos escrever “*aprenda*” e “*fim*” respectivamente

antes e após a descrição do procedimento. Além disso, devemos nomear nosso procedimento.

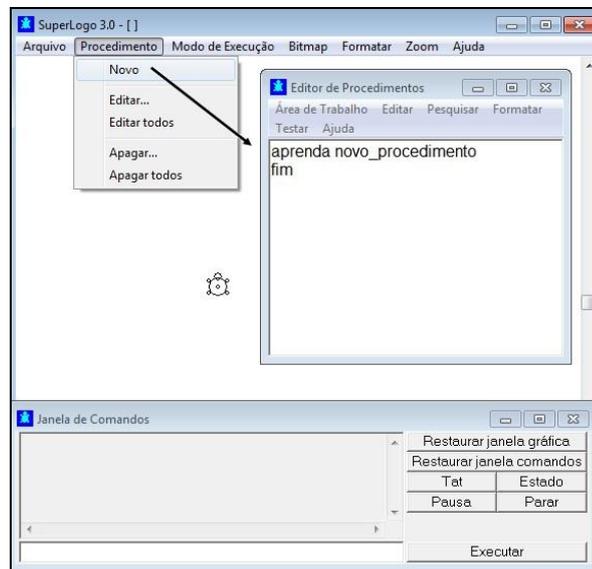


Figura 4: Janela de Procedimento do SLogo

Trabalhar com procedimento se torna comum quando trabalhamos com a criação de muitos itens na área da Janela Gráfica. Assim, podemos organizá-los e dispô-los um a um na área da Janela Gráfica. Os procedimentos podem ser simples ou mais elaborados, basta que consigamos descrever os movimentos que queremos na linguagem que a Tartaruga entenda. Um comando também muito utilizado é o “*repita<número>*”. Esse comando faz com que a Tartaruga repita um determinado comando uma quantidade de vezes determinada. A lista de comandos que se quer repetidas vezes na tela deve vir posterior ao comando *repita<número>* e entre colchetes.

Temos também a opção de criar procedimentos com variáveis. Por exemplo, no caso do triângulo equilátero, a variável poderia ser o lado do triângulo. Dessa forma, não teremos apenas um triângulo equilátero de lado 100, e sim um triângulo equilátero de lado L, onde L pode assumir qualquer valor. Para fazê-lo, devemos escrever ao lado do nome do procedimento uma letra que simbolize esse lado, antecipado de dois pontos (por exemplo, *:L*). Quando utilizarmos, por exemplo, o comando *parafrente*, devemos escrever *parafrente :L*. Na Figura 5, a seguir, temos um exemplo de um triângulo equilátero construído a partir de um procedimento.

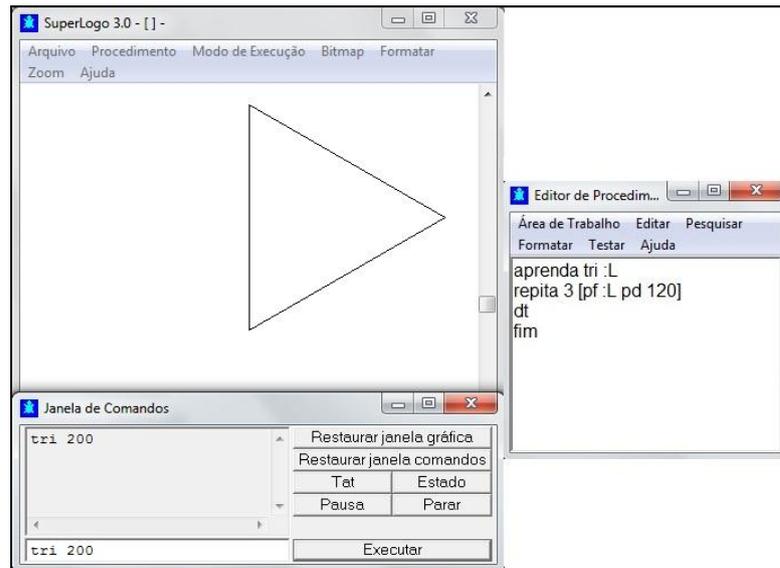


Figura 5: Triângulo equilátero feito no SLogo com uma variável e com o comando repita.

Para entendermos melhor o procedimento, devemos perceber que a sequência de comandos *pf :L* e *pd 120* repete-se três vezes para desenhar o triângulo equilátero. O comando *pf :L* desloca a Tartaruga para frente com tamanho a ser definido, no caso 200. O comando *pd 120* gira a Tartaruga para a direita 120°, como já feito na Figura 3. Essa sequência desenha um dos lados do triângulo e posiciona a Tartaruga de modo que determine um ângulo 60° com o lado já desenhado. A sequência é repetida três vezes, o que faz com que ela desenhe os três lados, todos com ângulo de 60° entre eles. No final do procedimento, acrescentamos o comando *dt* para uma melhor visualização da figura construída.

Com o procedimento realizado, percebemos como se tornou mais fácil e ágil desenhar um triângulo equilátero no SLogo. Agora, basta escrever o nome do procedimento seguido do tamanho do lado e a Tartaruga executa toda a sequência de comandos sem que tenhamos que escrevê-los novamente.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O LOGO NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Esse capítulo apresenta as teorias que deram suporte para a elaboração da prática, bem como para as análises realizadas durante as observações.

3.1. A UTILIZAÇÃO DO COMPUTADOR NA ESCOLA

O uso de softwares educacionais é frequentemente a forma mais escolhida pelos professores para inserirem os computadores em sala de aula. Valente é um dos defensores da utilização de software de linguagem computacional em sala de aula, principalmente do software SLogo. Segundo Valente (1997), os softwares educacionais podem ser classificados de duas formas: *software que promovem o ensino e software que auxiliam a construir conhecimento*.

Os softwares que promovem o ensino são aqueles em que o computador torna-se uma máquina de ensinar. O computador é usado na transmissão e administração da informação. Há diversos softwares com essa finalidade, que podem ser classificados em tutoriais onde o computador é usado para apresentar lições ou explicitar informações; software de exercício-e-prática onde o aluno é convidado a realizar exercícios em série, cujo grau de dificuldade aumenta gradativamente; e jogos onde o aluno utiliza o ambiente computacional para explorações lúdicas.

Esses softwares podem ser tão ágeis quanto um professor, na realidade são mais ágeis do que um professor, pois são capazes de armazenar mais informações do que qualquer pessoa, são capazes de realizar um atendimento individual de forma mais rápida que um professor, já que a tela do computador de cada aluno pode ser simultaneamente diferente, atendendo às dificuldades individuais de cada um. Compartilho com Valente (1997) a ideia de que os softwares com essas abordagens não trazem contribuições para a formação de um sujeito com capacidade de pensar e ter criatividade. Segundo ele,

A questão é que essa abordagem educacional não dá conta de produzir profissionais preparados para sobreviver no mundo complexo em que vivemos. O mundo atualmente exige um profissional crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo e de conhecer o seu potencial intelectual, com capacidade de constante aprimoramento e depuração de ideias e ações. (p.20)

Acredito que nós, como professores, devemos contribuir para a formação de nossos alunos como sujeitos capazes de refletir sobre suas ações. Não acho que softwares que promovam o conhecimento, como classificado por Valente (1997), sejam capazes de realizar essa tarefa. As máquinas disponibilizadas hoje em dia possuem tantos recursos, que seria mais do que um dever do professor, explorar esses recursos. Valente (1997 p. 21) argumenta ainda que o resultado de um uso de software que promove o ensino é que o “aluno é um recipiente que deve ser preenchido”. Ou seja, contribuiríamos com a da formação de um aluno passivo, que apenas estaria vendo o conhecimento passar por ele e raramente se apropriaria desse conhecimento.

Opostamente a esse tipo de software, temos os softwares que auxiliam a construir conhecimento. Nesse tipo de software, o computador é usado como uma máquina para ser ensinada. Sendo assim, é o aluno quem deve passar para o computador as informações necessárias para a realização de uma tarefa. E para tal, o aluno deve usar conteúdos e estratégias. Valente (1995 p.14) esclarece quanto ao objetivo desse software argumentando que “o objetivo não é ensinar programação de computadores e sim como representar a solução de um problema segundo uma linguagem computacional”.

Alguns exemplos desse tipo de software são processadores de texto, software para construção de multimídia, software com uma linguagem para criação de banco de dados e software com linguagem de programação como, por exemplo, o SLogo. Os softwares de programação favorecem essa construção do conhecimento via utilização de computador.

Valente (1997) apresenta uma organização do processo de realização de tais tarefas da seguinte forma: descrever, executar, refletir e depurar. *Descrever* seria quando o aluno descreve o problema a ser resolvido na linguagem adequada ao programa utilizado. A seguir, o computador *executa* exatamente o que foi descrito pelo aluno. Com a execução visível, o aluno tem a chance de perceber algum possível erro seja de programação, seja de matemática e consegue *refletir* sobre o que fez, de modo a tentar encontrar onde errou e pensar por que errou. Feita essa reflexão, é o momento de *depurar* o que foi feito. Ou seja, é o momento de tentar corrigir o erro. É quando o aluno corrige algum possível erro na descrição da

atividade a ser realizada e então o processo recomeça. A construção do conhecimento se dá pelo fato de que o aluno está sempre em busca de novas informações e estratégias para resolver o problema dado. Desde o momento em que ele descreve o problema até o momento em que ele corrige o erro encontrado, está acontecendo ali uma constante reflexão acerca do problema e uma busca necessária de novas informações.

O resultado dessa utilização é um aluno ativo, que interage com o computador, que interage com outros colegas, que interage com o próprio conhecimento que está sendo construído por ele no momento em que ele busca novas estratégias, novas informações para realizar suas atividades. O software SLogo é um ótimo exemplo de recurso computacional que favorece essa interação do aluno com o conhecimento necessário para realização de alguma atividade.

Segundo Papert

(...) quando a criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. Em particular, o conhecimento é adquirido para um propósito pessoal e reconhecível. A criança faz alguma coisa com ele. O novo conhecimento é uma fonte de poder (...). (1988, p. 37)

3.2. A APRENDIZAGEM NA PERSPECTIVA DE PIAGET

Segundo Piaget (apud BECKER, 2009, p.1) “o sujeito humano é um projeto a ser construído”. O sujeito não está pronto, ele é construído por meio da interação entre sujeito e objeto. Quando falamos em objeto, referimo-nos ao objeto de estudo, podendo ser um conceito matemático, uma relação, um material manipulativo, um computador, etc. Esse objeto também não tem existência prévia. A existência do objeto, bem como a existência do sujeito, dar-se-ão mutuamente através da interação entre ambos.

Sendo assim, entendemos o conhecimento como um processo de interação e de construção do objeto o qual será construído pelo sujeito ao agir sobre ele. Segundo Becker

O conhecimento é uma construção. O sujeito age, espontaneamente – isto é, independentemente do ensino, mas não independentemente dos estímulos sociais -, com os esquemas ou estruturas que já tem, sobre o meio físico ou social. (2009, p.4)

A ideia é que o sujeito não nasce com o conhecimento, mas também não é passivo perante a influência do meio, ou seja, ele responde aos estímulos externos. A resposta está na forma de ação. O sujeito age sobre tais estímulos e, dessa forma, se dará a construção do conhecimento.

Tratando o conhecimento como uma construção, trazemos ao leitor o Construtivismo, que é uma teoria baseada na ideia de que nada está pronto e acabado, o conhecimento não é dado como algo terminado. Ele se constitui na interação entre sujeito e objeto, o meio físico e social. Para Becker

Entendemos que construtivismo na Educação poderá ser a forma teórica ampla que reúna as várias tendências atuais do pensamento educacional. Tendências que têm em comum a insatisfação com um sistema educacional que teima (ideologia) em continuar essa forma particular de transmissão que é a Escola, que consiste em fazer, repetir, recitar, aprender, ensinar o que já está pronto, em vez de fazer agir, operar, criar, construir a partir da realidade vivida por alunos e professores. (2009, p.3)

Acreditamos que a melhor forma de compreender o conhecimento é segundo o Construtivismo que entende o sujeito e o objeto como agentes ativos que necessitam da interação entre ambos para que façam algum sentido. Apresentaremos ao leitor como acontece essa interação entre o sujeito e o objeto,

ou seja, explicaremos no que se baseia a teoria que defende a interação e a ação como vias de construção de conhecimento.

A interação acontece em duas etapas chamadas assimilação e acomodação. A primeira delas é quando o sujeito assimila o objeto enquanto age sobre ele. O sujeito transforma o objeto assimilando-o. O objeto por sua vez, resiste aos instrumentos de assimilação do sujeito fazendo com que o sujeito potencialize esses instrumentos ou crie novos instrumentos mais poderosos, permitindo que o objeto seja assimilado e, portanto transformado. A acomodação é caracterizada pela ação de transformação dos instrumentos ou criação de novos para que o objeto seja transformado pelo sujeito através da assimilação.

A assimilação e a acomodação são parte integrante da passagem do fazer (agir sobre o objeto) para o compreender. Para Piaget (1978, p. 176) “fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas por elas levantados”. Dessa forma, o que deverá ocorrer para que sujeito consiga compreender em pensamento o que antes era prática? Piaget (apud ANDRADE) destaca também que

“denominam esquema de ação aquilo que em uma ação é transportável, generalizável ou diferenciável de uma outra ou, dito de outra maneira, o que é comum às diversas repetições ou aplicações da mesma ação” (2010, p.3)

Compreendemos, portanto, que os esquemas de ação tornam-se os responsáveis para que o sujeito assimile uma ação. O sujeito age para assimilar o objeto e, então, essa ação gera um esquema de ação. Porém, o sujeito ainda não está pronto para compreender esse raciocínio, a compreensão se dará por meio de tomadas de consciência sobre os esquemas de ação.

As tomadas de consciência são responsáveis pela conceituação. A conceituação, segundo Piaget (1977, p. 200), é “passagem da assimilação prática (feita pelos esquemas de ação) para a assimilação por meio de conceitos”. Essa passagem se dá via tomadas de consciência que, nesse trabalho, vão ao encontro das ideias de Valente (1997), ao definir a fase de reflexão sobre o erro. A conceituação pode ser entendida como o momento em que o sujeito está abstraindo os conceitos que antes eram ação.

Quando os objetos foram já assimilados pelo sujeito, via tomadas de consciência e acomodação, temos então o caminho completo chegando à compreensão desses objetos e, portanto, ao equilíbrio novamente. Até que novas informações entrem em conflito com os esquemas já assimilados pelo sujeito e ele seja desafiado a criar novos instrumentos de assimilação. Nesse processo, os erros são vistos como uma parte do processo, como um aliado na criação de novos conflitos para o sujeito. Para Piaget (apud ANDRADE)

“os erros revelam apenas um momento transitório em que os indivíduos se encontram na seqüência temporal em que é construído o conhecimento, devendo, pois, avançar, desde que o sujeito perceba o conflito gerado entre o que já conhecia e a informação nova, e não só isso, que o indivíduo procure superar o conflito, elaborando um novo conhecimento que o devolverá o equilíbrio” (2010, p.3).

Abaixo temos um esquema, na Figura 6, que resume as ideias apresentadas nesta seção. Temos então a assimilação e a acomodação constituindo a ação que, juntamente com esquemas de ação, conceituação e equilíbrio, são parte integrante do caminho entre o fazer e o compreender.

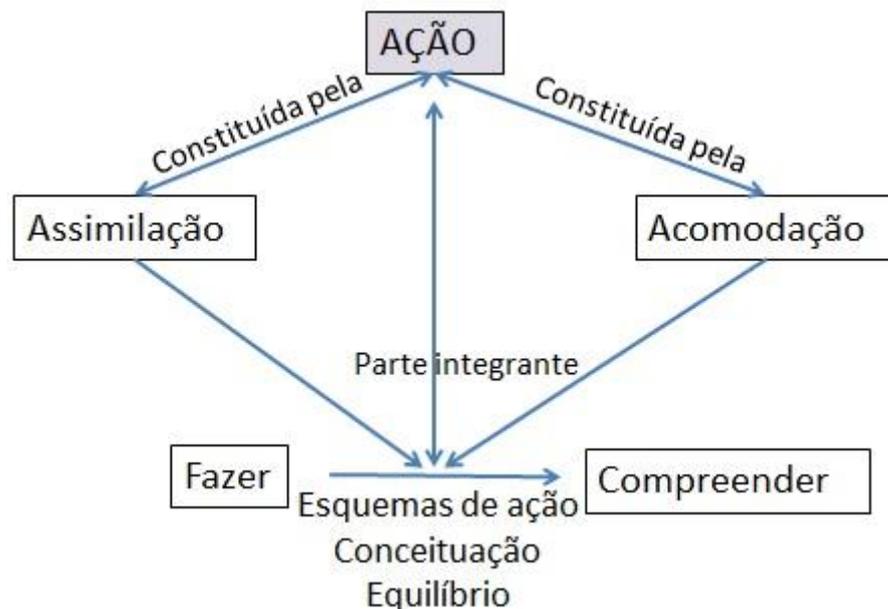


Figura 6: Esquema do processo de aprendizagem na perspectiva Piagetiana.

3.3. O PAPEL DO ERRO NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Essa seção tem como finalidade trazer uma breve reflexão acerca do erro. Acredito que, quando trabalhamos com o SLogo, os alunos olham para o erro de uma forma diferente. Eles não ficam com medo de errar. O erro torna-se um caminho para a aprendizagem. Um caminho encarado como necessário algumas vezes e não mais como um passo que deve ser abandonado e apagado. Durante esta seção, serão apresentadas reflexões sobre a questão do erro no processo de aprendizagem de Matemática.

Quando vamos à escola nossa intenção é acertar, é tirar uma nota boa, é realizar as tarefas corretamente. Ninguém vai à escola para errar. Os alunos não permitem que o professor erre e o professor desconsidera (ou pune) o erro dos alunos. Claro que alguns professores são exceção e sabem como aproveitar o erro do aluno em favor da construção do conhecimento que está sendo proposto em sala de aula.

Geralmente, nas escolas, o erro é inadmissível. Poucos alunos lidam com o erro como uma possibilidade de reflexão e futuro acerto e também poucos professores conseguem perceber no erro uma oportunidade de compreender como o aluno está pensando. Os alunos estão tão acostumados a recomeçar do ponto de partida quando algo está errado, que se perdeu o hábito de refletir sobre o erro. Conforme Papert,

A escola ensina que errar é mau; a última coisa que alguém deseja fazer é examinar esses erros, deter-se neles ou mesmo pensá-los. A criança fica contente de poder usar a capacidade do computador para apagar esses erros sem deixar vestígios para que ninguém os veja. (1988, p.141)

Quando trabalhamos com a linguagem LOGO, especialmente com procedimentos criados no SLogo, lidamos constantemente com o erro. Mesmo quando estruturamos matematicamente nosso procedimento, criamos esse procedimento sem termos certeza de que dará certo até que a Tartaruga o faça na tela do computador. Sendo assim, o erro torna-se uma parte do processo. E esse erro não é visto mais como algo a ser punido e ligeiramente apagado e sim como algo que deve se tornar base para um raciocínio mais apurado.

Segundo Correia (2010, p.10) “Os erros envolvem processos de pensamento que precisam ser discutidos e não apenas uma resposta incorreta, algo falso a ser corrigido”. Pode-se acrescentar que o professor deve ser um mediador desse processo de discussão acerca do erro. Uma discussão positiva, que não coloque o aluno em dúvida sobre sua própria capacidade. Que seja esclarecedora no sentido de repensar, juntamente com o aluno, o que o levou a ter aquele raciocínio. Somente entendendo o que o aluno pensou, poderemos intervir de forma positiva.

Correa (2010, p. 177) também aponta que “(...) nas novas teorias ele [o erro] se apresenta como um reflexo do pensamento da criança, sendo percebido como manifestação positiva e de grande valor pedagógico.” No SLogo, entendemos que os procedimentos desenvolvidos constituem esse reflexo do pensamento dos sujeitos. Eventualmente, esses procedimentos apresentam algum erro que deve então ser estudado, com a finalidade de compreender o que o aluno pensou, como ele pensou e qual a razão que o fez pensar assim.

Macedo (apud PINTO, 2000, p. 40), inspirado na classificação dos níveis de desenvolvimento cognitivo de Piaget, classificou o processo do erro em três níveis. São eles:

- Nível I: o sujeito é indiferente ao erro. Ele não percebe que está errando. Ele sequer percebe quando responde contraditoriamente às questões feitas acerca dos problemas propostos. Por vezes, o sujeito fica nesse nível por não ter compreendido bem o problema proposto. Em termos de SLogo, esse nível pode ser identificado em situações em que os alunos não percebem que seu procedimento não é válido para o caso em geral e somente para alguns casos. Por exemplo, o procedimento de desenhar um triângulo equilátero não é válido para desenhar todos os polígonos regulares.
- Nível II: é o nível do ensaio e erro, da tentativa. É quando o sujeito percebe o erro e o encara como um problema a ser resolvido. Percebe-se esse nível no SLogo, quando os alunos tentam corrigir seus procedimentos. É o momento de reflexão acerca do que tem de errado no procedimento. Nesse momento, o professor deve intervir de forma sutil e não apenas apontando o erro, mas sim fazendo o próprio aluno percebê-lo.

- Nível III: o sujeito encontra uma solução. Nesse nível, o aluno compreende seu erro, busca informações que contribuam para a solução desse erro e então o corrige. Desse modo, o erro contribui para sua construção do conhecimento, visto que o próprio aluno fez suas conexões sobre o problema proposto e pôde repensar sua ideia inicial, de modo que esta fizesse um real significado para ele. Acreditamos que, no SLogo, esse seja o momento de depuração dos procedimentos e busca por novas informações, na tentativa de encontrar onde está o erro do programa.

Macedo (apud CORREA, 2010 p. 177) apresenta uma visão de Piaget sobre o novo papel do professor quando o erro é trabalhado como parte do processo de aprendizagem,

(...) a escola tradicional rejeita a resposta não correta e a apaga, o professor é tido como dono do saber, enquanto que na perspectiva construtivista, deve-se atuar na raiz desse erro, no processo que produz esse erro e o professor deixa de ser o “dono do saber” para adotar uma postura de investigador.

Nessa perspectiva, podemos identificar que, quando trabalhamos com o SLogo, o professor consegue compartilhar com o aluno esse papel de investigador. Temos, então, professor e aluno cada qual com um papel diferenciado. O professor torna-se um investigador e não mais o detentor do saber. O aluno, por sua vez, deixa de ser o recipiente a ser preenchido, que apenas vê a aprendizagem passar por ele. Agora o aluno investiga, juntamente com o professor, novas estratégias que possam auxiliá-lo. O professor torna-se aluno no momento em que se dispõe a estudar em conjunto com o aluno e se permite entrar no papel de aprendiz e aluno torna-se investigador no momento em que participa com o professor na busca de uma solução, ao invés de apenas esperar que o professor explique como se faz e por que se faz.

Na linguagem LOGO utiliza-se o termo *bug* quando não conseguimos realizar o que estávamos esperando. Quando traduziu o livro “Logo: Computadores e Educação”, Valente utilizou o termo *bug* sem traduzí-lo por acreditar não existir outra palavra em português que tenha o mesmo significado. Da mesma forma, o termo *bug* também será utilizado neste trabalho para referir os erros cometidos na linguagem LOGO e no próprio software SLogo.

Sendo assim, quando ocorre um *bug*, o sujeito entra em um processo de *debugging*⁸ que, utilizando a ideia de Valente (1997), mencionada anteriormente, é o momento de refletir e depurar o procedimento. Ou seja, deixar o procedimento de tal forma que realmente reproduzirá o que o usuário quer que reproduza e que por alguma razão não ocorreu antes.

O processo de *debugging* vai exatamente de encontro à filosofia de apagar ligeiramente o erro sem antes refletir. A reflexão sobre o *bug* torna-se necessária para que o procedimento seja realizado da forma desejada. O aluno passa a ver o erro não como algo para ser punido, mas sim como parte do processo. A maioria das experimentações em LOGO começam no erro e, muitas vezes, é a partir da experimentação que descobrimos algumas regularidades matemáticas.

Papert (1988) aponta que a escola vê o erro como ruim e que no LOGO, o aluno deve estudar o *bug* com a finalidade de depurar seu próprio trabalho. Esse autor acredita na utilização do SLogo como apoiador na reflexão do erro para auxiliar na construção do conhecimento. Também, segundo Papert (1988), quando dividimos o procedimento em partes menores, fica mais fácil de encontrarmos os *bugs*. Esses *bugs* são corrigidos mais facilmente quando os procedimentos são menores, a ponto de ser improvável encontrar mais do que um *bug* por procedimento.

Quando o aluno trabalha com o software SLogo, ele consegue perceber, pela resolução gráfica na tela do computador, quando existe algum erro em sua construção. O simples fato de a Tartaruga não realizar o que se espera é a prova de que há algo de errado no trabalho. Sendo assim, o fato de que houve algum erro não está mais oculto e agora a questão é identificar esse erro e conseguir depurá-lo.

A visão construtivista deixa de lado a ideia de que o erro é um fracasso e admite que errar é um elemento que contribui para a construção do conhecimento e também de que o erro pode ser um objeto de reflexão (CORREA, 2010). Essa visão pode ser percebida no trabalho com o software SLogo. Refletir sobre o erro pode ser o momento onde realmente o aluno está repensando sua atividade e percebendo os conceitos matemáticos presentes e talvez seja com essa noção de erro que nós,

⁸ Da mesma forma que a palavra *bug*, também a utilizarei sem tradução.

professores, possamos perceber melhor as dificuldades matemáticas de nossos alunos.

Dessa forma, a prática proposta neste trabalho será apoiada em tais argumentos, almejando contribuir para a construção do conhecimento matemático dos alunos participantes, incentivando a reflexão sobre o erro, ou melhor, sobre o *bug*.

4. A EXPERIÊNCIA PRÁTICA

Para vivenciar uma experiência em que os alunos tivessem a oportunidade de trabalhar com o Logo e identificar os conhecimentos matemáticos utilizados ou construídos ao longo do trabalho, foi elaborada uma experiência, em que os alunos foram convidados a criar um projeto com a utilização do software SLogo.

O objetivo da prática foi oferecer aos alunos um ambiente diferenciado e interessante, repleto de oportunidades para trabalhar com a Matemática. A experiência prática foi realizada no Colégio de Aplicação com cinco alunos da sétima série (oitavo ano), em turno inverso às aulas regulares. Esses alunos foram convidados pela professora regente para participarem. Os alunos trabalharam em projetos desenvolvidos em duplas. Cada dupla definiu seu projeto e trabalhou nele durante os encontros, de modo que, ao longo dos encontros, eles foram aprendendo as ferramentas necessárias.

Durante a prática, busquei analisar como os alunos utilizavam a Matemática para desenvolver projetos de seus interesses. Ou seja, os projetos não envolveram, diretamente, conhecimentos sobre Matemática, mas os alunos precisaram de conceitos matemáticos para desenvolvê-los. Sendo assim, procurei analisar como os alunos fazem utilização da Matemática para alcançar seus objetivos.

A seguir, apresentarei os motivos que me levaram a trabalhar com projetos abertos, ao invés de desenvolver, com os alunos, atividades pré-estabelecidas.

4.1. O TRABALHO COM PROJETOS

O professor que trabalha no ambiente LOGO abre um leque de possibilidades para trabalhar com seus alunos. Algumas formas de trabalho são mais restritas e outras mais abertas. Conforme Papert (1994), as crianças (os alunos) podem engajar-se em trabalhos em que são convidados a reproduzirem algo de seu gosto, por exemplo, desenvolvendo a criação de protótipos envolvendo movimentos de roldanas.

Papert (1994, p.160) também defende que, quando o aluno trabalha de forma mais autônoma e desenvolvendo algo do seu gosto, “o relacionamento afetivo do estudante com este trabalho será mais íntimo”. O estudante desenvolverá esse relacionamento com o que produz, pois será algo decidido por ele e não pelo professor. Dessa forma, o aluno tem espaço e oportunidade para a escolha do trabalho e autonomia para desenvolvê-lo da forma que lhe parecer com mais sentido.

Segundo Fagundes, Nevado e Basso (apud MATTOS 2010, p. 41), “o aluno geralmente não tem “oportunidade” de fazer qualquer escolha, não é convidado a tomar qualquer decisão”. Percebemos que talvez esteja faltando esse tipo de prática nas escolas. Atividades voltadas para o interesse do aluno, juntamente com a participação do professor, e não para o interesse do professor juntamente com a participação do aluno.

Segundo Mattos (2010),

Os alunos tornam-se agentes da sua própria aprendizagem, abandonando o papel passivo de receptor de informações e assumindo uma atividade de pesquisa e busca de informações. (pp. 51/52)

Trago novamente a noção de uso inteligente do computador (VALENTE, 1997), em que o computador é usado para auxiliar o aluno na construção do seu conhecimento. No caso desse trabalho, aluno usa o computador para buscar informações para resolver o problema proposto. Além de buscar informação para solucionar um problema qualquer proposto, o aluno irá buscar informações para solucionar um problema que ele mesmo criou. Ou seja, será utilizado por ele não somente porque o professor pediu, mas por razões pessoais e individuais dos alunos.

E é com a intenção de apresentar ao aluno problemas que façam sentido para ele, que trago a expressão “conhecimento-em-uso”, utilizada também por Papert (1994), a fim de mostrar ao leitor que o software SLogo é uma alternativa para o ensino de Matemática, que propicia ao aluno a construção de um conhecimento que será utilizado e não somente decorado. O conhecimento estará em um contexto de uso e o contexto será criado pelo aluno. Acredito que atividades do tipo projeto auxiliam a proporcionar uma conexão entre alunos, conteúdos matemáticos necessários e contexto em que estão inseridos. Segundo Papert (1994), o

conhecimento sem uso não deixa espaços para experimentações significativas. Quer dizer que o conhecimento que não é utilizado pelos alunos, torna-se somente mais um tópico do currículo da escola, ou mais um tópico do livro-texto. Não fará, muitas vezes, diferença na aprendizagem desses estudantes.

Segundo Valente (1995)

(...) o controle do processo de aprendizagem, está nas mãos do aprendiz e não nas mãos do professor. Isto por que a criança tem a chance de explorar o objeto "computador" da sua maneira e não de uma maneira já pré-estabelecida pelo professor. É a criança que propõe os problemas ou projetos a serem desenvolvidos através do Logo. Estes são projetos que a criança está interessada em resolver. (p.23)

Sendo assim, a ideia de projeto utilizada nesse trabalho é inspirada na ideia de que os alunos desenvolvam trabalhos definidos por eles mesmos no SLogo. Que sejam diferentes das atividades sequenciais e que sejam algo que os alunos tenham um relacionamento afetivo que contribua para a construção do conhecimento.

4.2. PLANEJAMENTO DA PRÁTICA

Levando em consideração as leituras realizadas ao longo do desenvolvimento do trabalho, fizemos a opção de trabalhar, com os alunos, o desenvolvimento de um projeto. O objetivo é que os alunos, envolvidos com a criação de um projeto de interesse próprio, utilizem e aprendam Matemática. Dessa forma, detalharemos a seguir, como este trabalho foi planejado.

Em um primeiro momento, serão apresentados aos alunos projetos prontos, que sirvam de inspiração para suas próprias construções. Com esses projetos, pretende-se motivar os alunos a elaborarem construções diferentes e mostrar que esses projetos estão repletos de Matemática. Os alunos devem utilizar estes projetos, não para imitá-los, mas para perceberem que podem construir, no SLogo, algum objeto que achem interessante. Juntamente com essa atividade, serão apresentadas as possibilidades do software e o que é possível fazer com essas ferramentas.

Os alunos serão apresentados às primitivas (*pf*, *pt*, *pd*, *pe*) que permitem a movimentação inicial no SLogo, além de desenhar circunferências, utilizar o comando repita e elaborar procedimentos. Os alunos poderão trabalhar com esses comandos, a fim de terem domínio suficiente para pensarem seus projetos, pois esses comandos serão necessários no desenvolvimento dos mesmos.

Para que os alunos se apropriem de tais comandos, serão orientados na realização de uma tarefa, que consistirá em desenhar, no SLogo, a primeira letra de seus nomes, o nome completo, além de algumas figuras geométricas, como quadrado, retângulo e triângulo. Os alunos não precisam ficar restritos a essas atividades, podendo avançar nas construções conforme interesse. Em seguida, os alunos deverão pensar sobre seus projetos.

Para dar continuidade, serão apresentados outros comandos e estratégias, que poderão ser utilizadas nos trabalhos. Como os alunos já estarão desenvolvendo seus projetos, será possível auxiliá-los com alguns comandos específicos, conforme a necessidade. Acredita-se que eles serão necessárias ferramentas como mudar a cor do lápis, pintar algum desenho, inserir imagem e música, mudar a posição da Tartaruga, etc. Ainda, pretende-se trabalhar com os alunos procedimentos que envolvem recursão.

Os alunos poderão trabalhar com animações em seus projetos, a fim de deixá-los mais elaborados. Serão apresentados projetos que envolvem animações, para que os alunos sintam-se incentivados em desenvolver suas próprias animações. Dessa forma, os alunos terão a oportunidade de explorar não somente o recurso de animação, como também a Matemática que está por trás dela.

Para finalizar, os alunos farão a apresentação dos seus projetos. Será o momento de finalizar os projetos. Os alunos irão apresentar aos colegas seus projetos, explicitando a forma como fizeram, onde usaram Matemática, o que foi mais fácil de fazer no SLogo, o que acharam do SLogo. Será aberto um espaço de debate, em que os alunos conversarão sobre os projetos realizados. Serão feitas observações e questionamentos, com a finalidade de chamar a atenção para pontos interessantes, que não tenham sido mencionados pelos alunos. Acredita-se que, nesse momento, poderão surgir falas espontâneas que poderão ser utilizadas na análise de dados.

A seção a seguir apresenta as observações e a análise da prática realizada.

4.3. OBSERVAÇÕES E ANÁLISES

Conforme dito anteriormente, a prática foi realizada no Colégio de Aplicação. Inicialmente, contamos com cinco alunas da sétima série (oitavo ano) e o critério de

escolha foi pelo interesse em participar da pesquisa. Porém somente três alunas compareceram a todos os encontros. Os encontros foram realizados no turno inverso ao da aula regular. Um encontro foi realizado no Laboratório de Informática e os demais ocorreram na sala dos professores, para que as alunas pudessem utilizar o computador⁹. As participantes trabalharam em duplas, cada dupla em um computador. Foram realizados cinco encontros de diferentes durações.

4.3.1. OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO 1º ENCONTRO

O encontro iniciou com cinco alunas da sétima série. Como o esperado eram oito alunos¹⁰, tínhamos preparado quatro computadores. Assim, cada aluna pôde ficar com um computador e duas alunas dividiram outro.

Começamos com uma conversa sobre o software SLogo. Foi questionado às alunas se já conheciam o software, se já tinham utilizado, em que situações, etc. As alunas mencionaram que já conheciam o software, porém não lembravam muito. Para dar uma ideia das possibilidades do software, foram apresentados alguns projetos prontos, que podem ser observados nas Figuras 7 e 8, para que servissem de inspiração para as alunas.

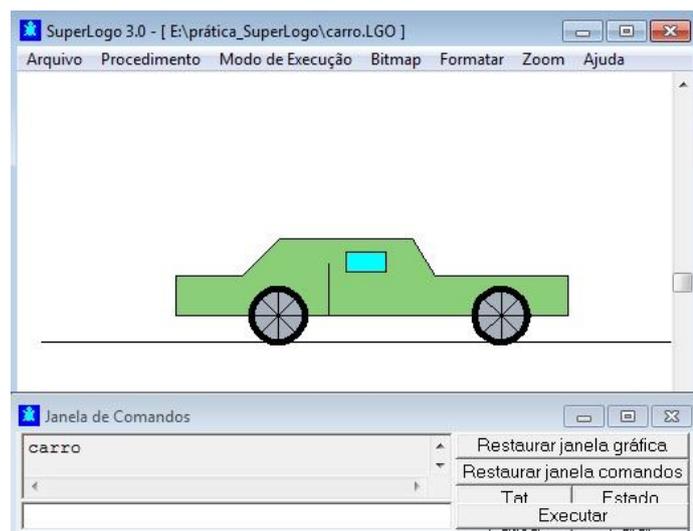


Figura 7: Projeto de um carro feito no SLogo levado aos alunos.

⁹ Os laboratórios de informática não estavam disponíveis para todos os encontros.

¹⁰ Estávamos esperando oito alunos, pois foi o número de estudantes que manifestaram interesse em participar da prática, porém somente cinco compareceram.

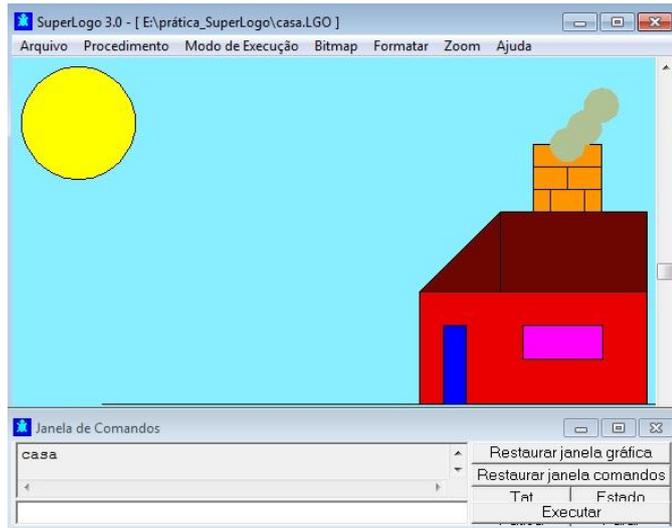


Figura 8: Projetos de uma casa feita no SLogo apresentado aos alunos.

Tendo esses projetos sido apresentados, foi solicitado que elas analisassem o que percebiam de Matemática. Inicialmente, elas apontaram as formas mais evidentes e conhecidas, como as circunferências, os quadrados e os retângulos. No projeto da casa, as figuras são, de fato, mais evidentes (circunferências, retângulos, triângulos, etc); porém no projeto do carro, as figuras não estão em evidência. Talvez este fato tenha feito somente uma aluna conseguir perceber que a lataria do carro poderia ser decomposta em dois retângulos e dois triângulos, como ilustra a Figura 9.

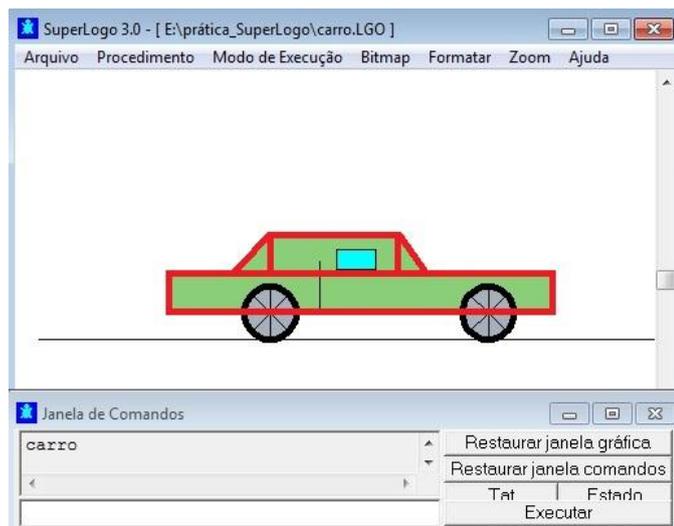


Figura 9: Visualização de uma aluna sobre as formas geométricas que formavam o carro.

Logo em seguida, as demais alunas também comentaram sobre como poderiam subdividir o carro em diferentes figuras geométricas. Nesse momento, elas perceberam o que poderiam utilizar para desenvolver seus projetos. Uma aluna

comentou que queria fazer um bolo e, para isso, usaria retângulos coloridos, outra disse que queria fazer uma rosquinha e usaria “os círculos um dentro do outro”.

Após essa apresentação, as alunas queriam logo iniciar as atividades com o software. Foi entregue um material de apoio, com informações sobre as primitivas do SLogo e outras atividades preparadas para o encontro (APÊNDICE I). Esse material foi acompanhado aos poucos, ora lido por uma das alunas, ora lido pela pesquisadora e, conforme comentávamos sobre algum comando, elas logo verificavam no SLogo seu efeito.

Durante a atividade de familiarização, as alunas lembraram alguns comandos e discutiram bastante sobre as atividades que realizavam. Elas começaram com a primitiva *pf* <nº>, colocando uma quantidade pequena, por exemplo *pf* 10 e alegavam que nada havia ocorrido. O que acontece é que quando damos o comando *pf* 10, a Tartaruga anda pouco para frente. Tão pouco que a própria Tartaruga fica sobre o rastro que deixou ao andar. Quando aconteceu, uma das alunas falou que “não estava funcionando”, pedi então que ela digitasse *dt* (desaparece tartaruga) na Janela de Comandos e executasse. Em seguida, a aluna comentou “- Ah, sim tem um risquinho aqui!”. Após, as alunas passaram a trabalhar com valores maiores, de tal modo que suas figuras ficavam maiores e com melhor visualização.

Quando trabalharam com as primitivas *pd* <nº> e *pe* <nº> uma delas mencionou que a Tartaruga “não havia feito nada”. No mesmo momento, as demais colegas concordaram e falaram que “tinha algo errado”. Nesse instante, chamei atenção para a posição da Tartaruga. Pedi que todas prestassem atenção novamente se a Tartaruga estava de fato da mesma maneira. Elas olharam atentamente, a maioria comandou a Tartaruga para realizar outro movimento para a esquerda e para a direita até que, então, perceberam que a Tartaruga não estava estagnada, ele havia girado para algum dos lados. A resposta para o questionamento de “o que representa o número colocado a seguir de *pd* ou *pe*” foi imediata. “- É o ângulo, sora!”. E logo perceberam que, para que a Tartaruga realizasse o movimento para os lados da forma que elas esperavam, elas deveriam girá-la e fazê-la andar para frente ou para trás.

Note que não foi dito para as alunas como funcionavam tais comandos. Para descobrirem como utilizá-los, elas precisaram entendê-lo e o fizeram a partir da

ação. Para Piaget (apud BECKER, 2009), as alunas estavam assimilando esse comando enquanto agiam sobre ele.

Compreendendo como a Tartaruga se movimentava com as primitivas, as alunas começaram logo a criar formas diferentes. Uma aluna queria desenhar a letra V. Primeiro a letra ficou muito aberta, depois muito fechada, até que, por tentativa e erro, conseguiu desenhar a letra do jeito que queria. Percebemos aqui que a aluna estava no estágio que Valente classifica em depurar o erro. Ela queria um desenho mais fechado e, portanto, sabia que algo estava errado. Mas ela não se desfez do que acabara de desenvolver. Ela trabalhou sobre o erro, pensando sobre ele e o corrigindo. Nesse momento, podemos dizer que a aluna encontrava-se no estágio passa pelo Nível II de erro apontado por Macedo (apud Pinto 2000, p.40) e chega ao Nível III. Significa dizer que a aluna Ela partiu do erro, fez algumas tentativas e, através desses ensaios, conseguiu corrigir o erro

Outra aluna queria desenhar a letra “C”. Nesse momento, achei importante que ela trabalhasse com o comando *arco* ao invés de trabalhar com o comando *circunferência*. Então, apresentei o comando feito para desenhar “apenas partes de uma circunferência”. Expliquei que o comando era *arco* <n1º> <n2º> e deixei que elas experimentassem e descobrissem sozinhas o significado de cada número. Novamente as alunas estavam agindo para aprender, para compreender como o comando funcionava. Foi esse o caminho escolhido para que o conhecimento fosse significativo para elas.

Todas as alunas experimentaram o comando *arco*, mesmo as que antes não haviam tido a necessidade de desenhar uma letra arredondada. A aluna que queria desenhar a letra “C” havia desenhado um arco de 90º. Perguntada sobre o desenho realizado, respondeu “não, mas estou quase”. Perguntei a ela o que estava faltando e ela respondeu “Ah sora, falta um pedaço. Mas se eu colocar mais 90º então vai fechar o C”. Dessa forma a aluna fez um arco de 180º e com raio de 100 passos de Tartaruga completando o “C” da forma que desejara.

Nas Figuras 10 e 11, podemos visualizar alguns resultados das participantes durante a atividade de familiarização.

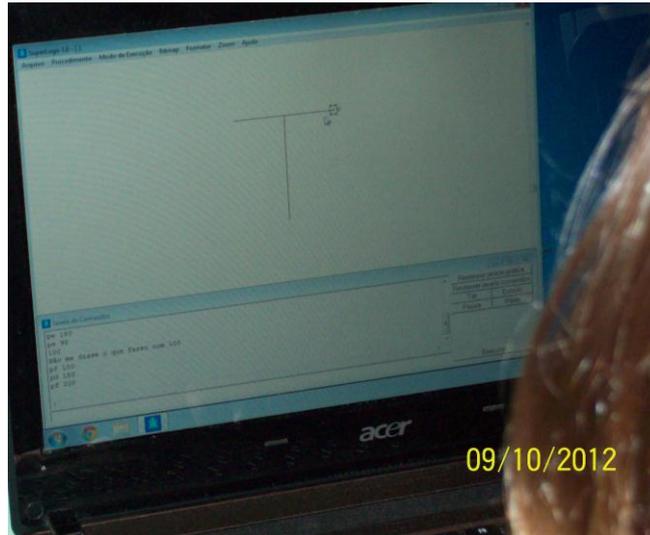


Figura 10: Aluna desenhando a letra "T".

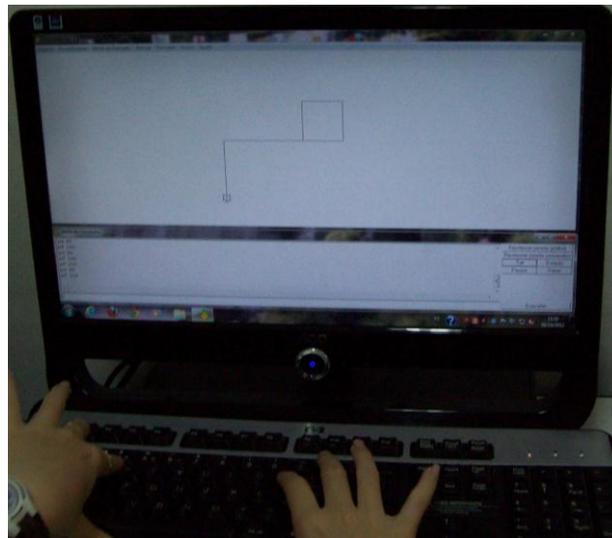


Figura 11: Alguns movimentos aleatórios utilizando as primitivas realizado por uma aluna

Após desenharem algumas letras, as participantes começaram a desenhar algumas figuras geométricas. A primeira figura foi um quadrado: todas desenharam um quadrado. Uma aluna desenhou um triângulo equilátero. Os giros da Tartaruga foram realizados com rapidez. Nesse momento, aproveitei para intervir e questionar sobre como a aluna pensou nos ângulos de giro. A aluna respondeu que “chutou o valor do ângulo”. Então pedi que ela colocasse outros valores de ângulo para verificar se daria certo ou não. Ela perguntou se eu sabia por que só deu certo com 120° e, então, eu pedi para que ela pensasse mais um pouco. Enquanto pensava, as demais alunas também se envolveram com o problema e buscaram responder à questão.

Elas tinham em mãos uma folha de papel em branco, para que pudessem rascunhar e esse material foi utilizado para trabalhar os ângulos de giro da Tartaruga. As alunas já sabiam que a soma dos ângulos internos de um triângulo é 180° e que um triângulo equilátero tem todos os ângulos congruentes. Sendo assim, elas concluíram que o ângulo interno de um triângulo equilátero mede 60° . As que ainda não haviam construído um triângulo equilátero, traçaram um dos lados do triângulo e movimentaram as mãos como se fossem a Tartaruga, tentando descobrir quanto precisavam “virar”. Algumas comandaram a Tartaruga para girar 60° , mas segundo elas, “ainda estava muito aberto”. Elas ainda não haviam percebido que a Tartaruga girava por fora do triângulo equilátero e, portanto, deveriam utilizar o ângulo externo. Elas perceberam que a Tartaruga tinha que virar “muito”, ou seja, mais do que 90° . Algumas já colocaram 120° direto, outras movimentaram 90° e depois 30° . Utilizei a folha de papel para rabiscar com elas e mostrar que a soma do ângulo que a Tartaruga girava com o ângulo interno do triângulo equilátero era 180° . Como o ângulo interno do triângulo equilátero era 60° , o ângulo de giro era 120° .

As alunas já estavam fazendo outras figuras geométricas, como um hexágono que foi feito “sem querer”. A aluna já havia feito o triângulo equilátero e pensou em trocar os ângulos. Ao invés de girar 120° ela iria girar 60° . Sendo assim, ela realizou a sequência de movimentos *pf* 100 *pd* 60, até que a figura se fechou. A aluna reconheceu que era um hexágono e quis mostrar para as colegas. Elas continuaram desenhando outras figuras de forma intuitiva e depurando sempre a construção anterior. Elas faziam uma construção e, se não ficava da forma como o esperado, então elas tentavam novamente, corrigindo o erro anterior. E prosseguiram até que a figura ficasse como queriam. Novamente, podemos notar que as alunas não ficaram inertes perante o erro, tampouco quiseram fugir dele. Elas estavam no processo que Valente destacou como refletir e depurar. Para Valente (1997. p.21), esse é o momento em que “o aluno está criando suas próprias soluções, está pensando e aprendendo sobre como buscar e usar novas informações (aprendendo a aprender)”.

Expliquei para as alunas que existia uma forma mais simples de realizar uma sequência de comandos, ou seja, como trabalhar com procedimento, a partir do exemplo ilustrado na Figura 12.

```

aprenda bruna
repita 2 [pf 100 pd 90]
fim

```

Figura 12: Exemplo de procedimento apresentado.

Pedi para que as alunas “abrissem” um novo procedimento e escrevessem o procedimento da Figura 12, para observarem o que aconteceria. Elas tinham em mãos a descrição do procedimento e na tela do computador a execução do mesmo. Pedi para que elas analisassem o que haviam escrito e o que havia acontecido. As alunas descreveram que a Tartaruga havia feito, “um (traço) para frente, virou para o lado e mais um (traço)”. E eu perguntei “- Somente isso?” E elas prontamente confirmaram. Então eu pedi para que se colocassem no lugar da Tartaruga e tentassem entender cada movimento. Algumas movimentaram as mãos e a cabeça na tentativa de se colocarem no lugar da Tartaruga de fato. E uma falou “sim, sim ela virou”. Mas, como somente essa aluna percebeu, pedi para que ela explicasse para as colegas como chegou àquela conclusão. Ela descreveu os movimentos e mostrou para as colegas que, no final, a Tartaruga “não estava reta, que ela tinha virado”. Nesse momento, as alunas olharam melhor e perceberam que a Tartaruga tinha girado após deixar o segundo rastro.

Aproveitei o momento para investigar o significado do comando *repita*, o que foi percebido rapidamente. Rapidamente, todas queriam um procedimento com seu nome. Logo, foram incentivadas a criarem uma lista, tentarem antecipar como ficaria o resultado para só então executar. Acreditamos ser importante que as alunas consigam antecipar o que a Tartaruga faz antes que ela, de fato, faça. A antecipação do movimento consiste em um pensamento matemático abstrato. É o momento em que, segundo Papert (1988), elas “brincam de ser a Tartaruga”. Apenas duas meninas conseguiram realizar exatamente o que queriam. As demais alunas acharam “estranho” a Tartaruga não ter desenhado o que elas queriam. Percebemos que os erros eram simples, de giro da Tartaruga e de escrita no SLogo.

As alunas seguiram editando seus procedimentos e criando outros. Elas desenharam formas diferentes e desenhos abstratos e estavam muito satisfeitas com o que conseguiam fazer. E quando não conseguiam fazer algum movimento, elas já procuravam identificar o erro sozinhas e tentavam corrigi-lo imediatamente,

para ver como ficaria. Percebi que as alunas estavam trabalhando sobre o erro. Em nenhum momento, apagaram o que tinham feito para começarem tudo outra vez. Em geral, elas analisavam o procedimento, até encontrarem o erro e então o depuravam. A correção dava-se sempre na forma de um misto entre a reflexão sobre o que tinham inicialmente e um teste. Caso não fosse suficiente, elas repetiam o processo. As participantes estavam desenvolvendo um raciocínio crítico sobre o erro. Como aponta Correa (2010), elas estavam utilizando o erro como uma parte do processo a ser discutido para a construção do conhecimento

Para finalizar o encontro, pedi às alunas que pensassem em projetos que gostariam de fazer no SLogo. Algumas ideias surgiram, como a construção de um urso, uma casinha, um boneco e também a vontade de fazer movimentos. Essas ideias seriam trabalhadas no próximo encontro.

4.3.2. OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO 2º ENCONTRO

Antes de começarmos o encontro, as alunas explicaram que tinham muitas atividades para fazer e, por isso, só poderiam participar do encontro se eu as liberasse mais cedo. Como o encontro já havia sido cancelado nas duas semanas anteriores¹¹, concordei que fizéssemos apenas uma hora de oficina. A oficina contou com a participação de quatro das cinco meninas que haviam começado no encontro anterior. Começamos a oficina analisando um projeto que levei, mais elaborado e com animações.

Em linhas gerais, o projeto tratava-se da animação do aniversário da Tartaruga. As animações eram sequências de diferentes presentes e a respectiva reação da Tartaruga perante cada presente. A explicação completa do projeto está no Apêndice II.

As alunas gostaram muito do projeto, e repetiram por algumas vezes as diferentes sequências de presentes. Ao serem questionadas sobre o que viam de Matemática no projeto, fizeram referências aos desenhos apresentados na tela como, por exemplo, que a Tartaruga era feita de circunferências. No encontro

¹¹ Nas semanas anteriores, as alunas estavam participando da Olimpíada da escola e de outras tarefas no mesmo horário.

anterior, uma das alunas mencionou que, no SLogo, poderia desenhar um bolo com vários retângulos empilhados. Quando ela percebeu que, no projeto, havia um bolo construído do jeito que havia falado, ela ficou muito orgulhosa de ter tido uma ideia semelhante à utilizada no projeto. Ainda, identificaram retângulos, triângulos e circunferências. Uma aluna mencionou que não entendeu “o que era a flor¹²”. Nesse momento, retomamos a animação. O recurso de Pausar, existente no SLogo, foi utilizado para que pudéssemos analisar a flor parada e não em movimento. Desse modo, foi possível identificar as formas geométricas utilizadas.

Depois da flor, percebi que nenhuma aluna havia mencionado a figura da toalha na mesa do bolo. Ao serem questionadas, uma das alunas respondeu que “era mais ou menos um redondo”. Solicitei que explicasse melhor; obtendo a resposta “parecia um círculo, mas não estava completo” e concluiu dizendo que se chamava “meio redondo”. Outra colega complementou, afirmando que era uma “meia circunferência”. Então, expliquei que o contorno da toalha realmente tratava-se de um “pedaço de uma circunferência” e que esse pedaço era exatamente a metade da circunferência, como elas haviam mencionado antes. Complementei, dizendo que se tratava de uma semicircunferência e uma das alunas, que permanecia calada durante o debate sobre a toalha, exclamou “Eu sabia que era assim que chamava, só não lembrava!”.

Solicitei que observassem as animações do projeto, reproduzindo-as algumas vezes. Em seguida, questionei sobre como elas percebiam a Matemática nessas animações. Uma das alunas comentou: “alguém teve que calcular quanto cada coisa andava e isso é Matemática”. Pedi que explicasse melhor, obtendo o retorno: “o presente não pode passar por cima do boneco nem da Tartaruga, por exemplo.”. Interpretando sua resposta, percebemos que a aluna identificou que cada movimento tinha um espaço determinado e esse espaço foi previamente calculado. Em outras palavras, foi preciso determinar quantos passos de Tartaruga o presente deve andar para que fique na posição correta, sem se sobrepor à outra figura. Outra observação sobre as animações foi sobre a direção de deslocamento da Tartaruga, ou seja, os presentes deviam movimentar-se na horizontal, por exemplo, e não na vertical.

¹² A flor aparecia no projeto referente ao presente 1.

Em seguida, demos início aos projetos das alunas. Como já mencionado, eram quatro alunas e elas trabalharam em duplas. Mostrei como utilizar cores no SLogo, a partir do material de apoio (Apêndice III¹³).

As alunas exploraram bastante os comandos para trocar cores e a espessura do lápis. Cada dupla definiu o seu projeto: uma dupla decidiu construir o Urso Ted e a outra dupla optou por construir uma Casa em Perspectiva. Explicitaremos, a seguir, o desenvolvimento de cada projeto separadamente.

Urso Ted

A estratégia da dupla foi “rabiscar” no SLogo para transformar em procedimento somente o que deu certo. A dupla testava cada passo do desenho e, quando o resultado era o esperado, os comandos eram inseridos no procedimento. Quando percebia algum erro nos comandos, a dupla utilizava o comando TAT, que apaga tudo que foi feito na Janela Gráfica. Percebi, observando o trabalho da dupla, que o rabisco se tratava de uma boa estimativa sobre o que queriam. Isso significa que os comandos testados não se tratavam de meros “chutes”, mas sim de possíveis soluções para o problema, com boa chance de estarem corretos.

Para exemplificar, vamos descrever a construção das orelhas do Urso Ted, formadas por duas circunferências de mesmo centro e com raios diferentes. Antes de transformar a orelha em procedimento, elas realizaram várias tentativas, até que a diferença entre os raios resultasse no esperado para só, então, inserir no procedimento. Perceba que nesse instante as meninas testavam valores para que a orelha fosse satisfatória. Havia um raciocínio por parte delas, porém não era esse o interesse no momento. As alunas estavam no Nível II do erro em que o ensaio guia o processo. Elas não eram mais inertes ao erro. O objetivo era buscar a solução.

É possível notar, ainda, que o erro foi utilizado pelas alunas com naturalidade e como um passo para o acerto. Um passo a ser estudado com cuidado e não um passo para ser apagado por não ter dado certo. O erro tornava-se um facilitador nessa construção e não mais um complicador.

¹³ O material de apoio contém explicações sobre animações do SLogo, mas essas não foram utilizadas por falta de tempo.

A estratégia de construção foi a seguinte: construir a orelha esquerda, a cabeça e, em seguida, a orelha direita. A dificuldade maior foi descobrir o giro da Tartaruga para que a segunda orelha ficasse posicionada no ponto certo da cabeça. Neste momento, a estratégia foi a seguinte: primeiro, desenharam uma das orelhas, giraram a Tartaruga 135° , apontando para o centro da cabeça, desenharam a cabeça e, então queriam fazer a segunda orelha. Porém, após desenhar a cabeça, a dupla girava a Tartaruga 180° para a direita ou para a esquerda. Evidentemente, a Tartaruga voltava-se na direção da orelha já desenhada e a segunda orelha ficava sobreposta à orelha já desenhada. Na Figura 13, temos a ilustração do que as meninas estavam fazendo. Elas giravam a Tartaruga na direção do ponto A, tanto pela direita, quanto pela esquerda.

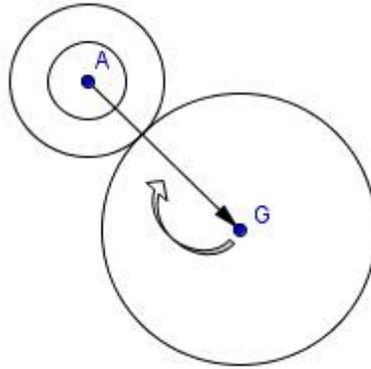


Figura 13: Simulação do giro que a dupla estava realizando.

Ao perceber o procedimento da dupla, sugeri que colocassem a figura no papel, para que compreendessem sozinhas como corrigir o procedimento. Esse momento, de abandonar a tentativa e erro é um passo importante, que permite uma dedicação maior ao problema, na tentativa de solucioná-lo a partir dos conceitos matemáticos envolvidos. Dessa forma, a dupla fez a construção no papel, colocando-se no lugar da Tartaruga, ou seja, desenhando e girando na mesma ordem em que a Tartaruga procedeu. No momento de realizar o giro para construir a segunda orelha, elas verbalizaram 180° , mas, no papel, traçaram com a caneta um giro menor. Ao perguntar se elas concordavam que girar 180° correspondia ao traçado do papel, elas imediatamente responderam que não. Uma das alunas direcionou-se rapidamente para o computador e comandou a Tartaruga para girar 180° para a direita.

Nesse momento, as duas comentaram que a Tartaruga “girou todinha”. Ou seja, ela virou-se na direção oposta ao esperado. Antes que elas testassem girá-la para a esquerda 180° , perguntei se acontecia o mesmo e pedi que elas pensassem, antecipassem, sem usar o SLogo. Elas movimentaram as mãos e responderam que dava no mesmo. Então uma das alunas concluiu que “quando ela gira 180° pode ser para qualquer um dos lados”. É possível perceber que as alunas estavam conseguindo compreender o significado de girar 180° , ou seja, que o giro de 180° coloca a Tartaruga em uma posição que independe da direção. Elas estavam compreendendo o que antes apenas faziam. Era a compreensão da ação realizada. Conceitos matemáticos foram sendo construídos, sem uma exposição do professor.

Porém, a dupla, mesmo sabendo que o giro não era de 180° , ainda não sabia quanto deveria girar. Durante algum tempo, a dupla parou e refletiu, para descobrir qual seria o giro correto. Elas testaram alguns valores, menores do que 180° , até encontrar o valor correto. A dupla ainda não conseguia descobrir o ângulo correto, utilizando conceitos matemáticos. Dessa forma, voltou a utilizar tentativa e erro. Acredito que faltou também um pouco de persistência, elas seriam capazes de descobrir o ângulo, mas preferiram outro caminho. Porém podemos também notar que a depuração do erro tornou-se tão natural, que foi elencado como o caminho mais fácil por elas.

Sabe-se que a construção do conhecimento inicia na ação, impulsionada pela tentativa de atingir algum objetivo. Isso significa que há um atraso da conceituação sobre a ação. Somente depois de determinado nível, é possível observar uma influência da conceituação sobre a ação. É isto que se pode observar nas atitudes da dupla: inicialmente a ação, a tentativa e erro, influenciam suas decisões; mais adiante, depois de elaborar uma conceituação sobre os ângulos envolvidos no desenho, essa conceituação poderá ajudar na determinação do ângulo procurado.

Na Figura 14, podemos visualizar como o procedimento do projeto Urso Ted ficou ao término do encontro.

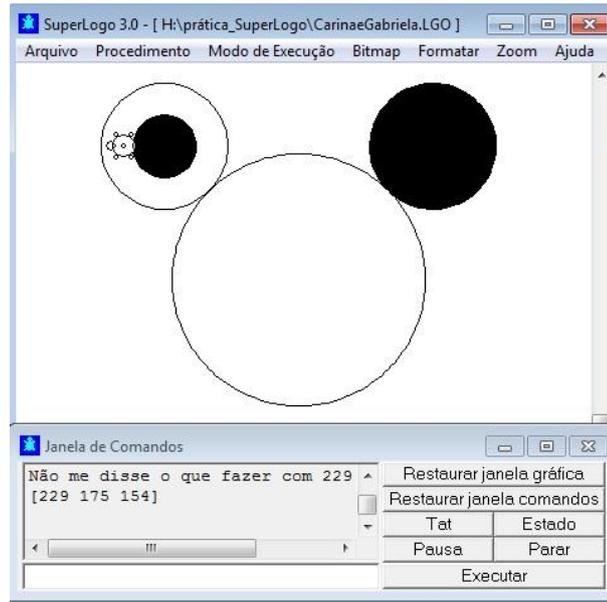


Figura 14: Urso Ted ao final do encontro.

Casa em Perspectiva

A dupla que trabalhava na Casa em Perspectiva utilizou, além da estratégia de “rabiscar no SLogo”, a tática inserir os comandos para o desenho na Janela de Comandos do SLogo, sem procedimento. Quando o desenho não era como o esperado, a dupla usava a borracha e apagava o rastro que estava errado. Em momento algum a dupla restaurava a Janela de Comandos, para não perder o histórico dos comandos utilizados. Depois de construir uma parte considerável do projeto, a dupla copiava todos os comandos contidos na Janela de Comandos para o procedimento, mas antes de testar o procedimento elas analisavam tudo que haviam feito, para retirar o que estava errado e deixar somente o que foi feito correto.

Quando questionadas sobre a estratégia, as alunas alegaram que achavam mais fácil copiá-lo por completo após terem uma boa parte feita. Acredito que a motivação era observar um melhor resultado quando uma parte considerável do projeto estava pronta. Isso, juntamente com a possível expectativa de ver o projeto pronto logo, fez com que a dupla escolhesse esse caminho.

Para fazer a frente da casa em perspectiva, as alunas utilizaram um paralelogramo, que foi construído de forma intuitiva. Quando perguntadas sobre

como sabiam os ângulos de giro, elas falaram que apenas sabiam e que não sabiam explicar porque. Notamos que, as alunas estavam fazendo, porém não estavam compreendendo o que faziam (PIAGET, 1978). Elas compreendiam a ação de modo a alcançar o objetivo, mas não estavam dominando, em pensamento, a situação a ponto de verbalizá-la e explicá-la. Segundo Piaget (1978, p.179) “compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é somente utilizá-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão”.

A dupla também utilizou essa estratégia de rabiscar no SLogo, como já mencionado, para construir o telhado. Elas rascunhavam no SLogo, até que a inclinação e o tamanho fossem o que estavam esperando. Cada vez que não ficava como elas queriam, as alunas identificavam os erros, analisavam em conjunto como poderiam arrumar e, então, os corrigiam. A correção era feita sempre baseada em uma análise. O próximo valor que testavam estava sempre se aproximando do que deveria ser. Elas demonstraram ter uma noção boa sobre o que fazer, não era um valor aleatório, era um valor pensado e analisado.

Um exemplo claro de como as alunas “escolhiam” os valores a serem testados foi quando decidiam sobre a abertura que iria ter a parte superior do telhado da casa, que se tratava de um triângulo com vértice voltado para cima, como mostra a Figura 15.

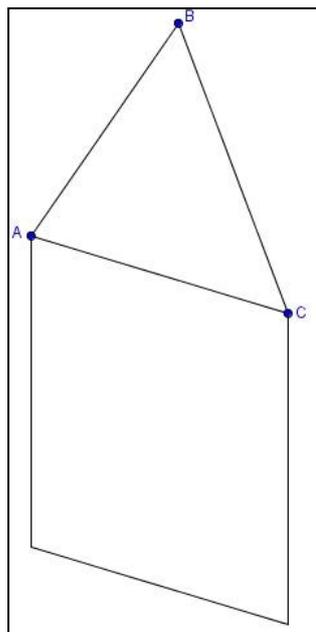


Figura 15: Visualização do ângulo do triângulo.

As alunas pensavam sobre o ângulo \hat{B} e, ao mesmo tempo, pensavam sobre o tamanho do segmento \overline{BC} , de modo que sua extremidade coincidisse com a extremidade de um dos lados do paralelogramo. Como a parte anterior estava pronta, elas testavam um ângulo e um valor para a Tartaruga caminhar para frente – com a finalidade de fechar o triângulo – e, caso não fechasse como queriam, utilizavam o comando TAT e refaziam sempre depurando o raciocínio.

A ideia principal era sempre tentativa e erro. Mas percebi que a cada tentativa, elas depuravam o raciocínio, chegando mais perto de estar correto. Essas características referem-se ao Nível II do processo do erro classificado por Macedo (apud PINTO, 2000, p.40). O aluno encara o erro como um problema a ser solucionado. Ele não é mais inerte ao erro. Pelo contrário, o erro é algo que o desestabiliza e ele precisa, então, refletir e depurá-lo.

Na Figura 16, podemos ver o avanço do projeto da Casa em Perspectiva ao final do encontro.

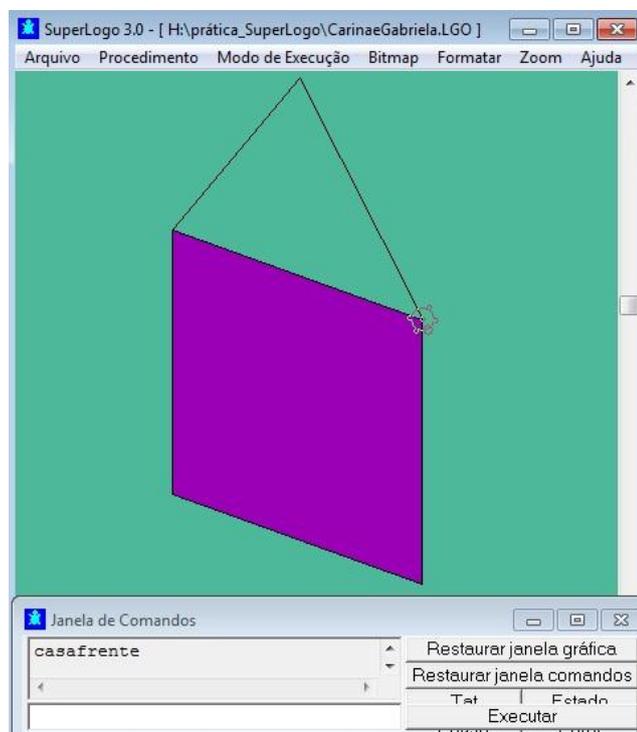


Figura 16: Projeto Casa em Perspectiva ao término do encontro.

4.3.3. OBERVAÇÃO E ANÁLISE DO 3º ENCONTRO

No encontro anterior, fui comunicada de que haveria uma oficina de teatro na semana seguinte, no mesmo horário do encontro. Mesmo assim, achei importante ter um encontro, mesmo que por pouco tempo. Sendo assim, o terceiro encontro teve duração de apenas trinta minutos. Nesse curto encontro, a ideia era avançar no desenvolvimento dos projetos. A seguir, descrevo o andamento de cada projeto.

Urso Ted

No final do último encontro, a dupla utilizou a técnica de testar os comandos na janela de comandos do SLogo, para depois copiar todos os comandos para um procedimento e só, então retirar o que estava errado, deixando somente o que foi feito corretamente. Porém, quando elas criaram o procedimento, o desenho não correspondeu às suas expectativas. Dessa forma, o objetivo do encontro foi descobrir os erros e “limpar o procedimento”.

Ao analisar o procedimento, a dupla identificou, na Janela de Comandos, o aviso “Não me disse o que fazer com (...)”, onde os “(...)” representam os comandos não identificados pela Tartaruga. Para solucionar o problema, a dupla utilizou a estratégia de “brincar de Tartaruga”. Depois de corrigidos os erros do procedimento, a dupla seguiu o projeto, construindo o rosto do Urso. Para que todos os elementos do rosto ficassem simétricos, elas posicionaram a Tartaruga no centro do rosto e o utilizaram como referência para desenhar olhos e nariz. Para desenhar boca e olhos, as alunas giravam para algum dos lados, andavam para frente um tamanho escolhido e desenhavam o olho. Para desenhar o outro olho, simetricamente, elas voltavam a Tartaruga ao centro do rosto, na posição que estava originalmente, e realizavam o mesmo processo, porém girando para o outro lado. Se o primeiro giro foi de 45° para a esquerda, o segundo seria de 45° para a direita.

Na Figura 17, temos o projeto do Urso Ted ao final do encontro.

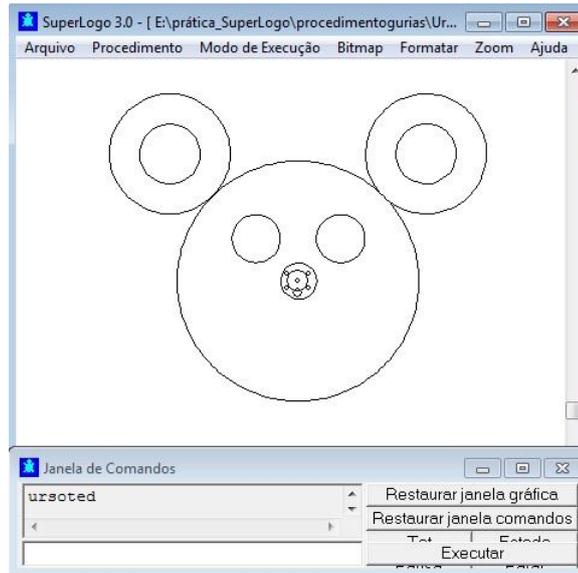


Figura 17: Projeto Urso Ted ao final do encontro.

Casa em Perspectiva

A dupla que estava trabalhando no projeto Casa em Perspectiva tinha o objetivo de finalizar o telhado. Elas o pintaram e, nesse momento, aproveitei para questioná-las sobre como haviam pensado no paralelogramo. Elas falaram que não sabiam, mas que iam olhar o procedimento. Nesse momento, elas identificaram a parte do procedimento que desenha o paralelogramo e me explicaram como fizeram, como podemos ver na Figura 18.

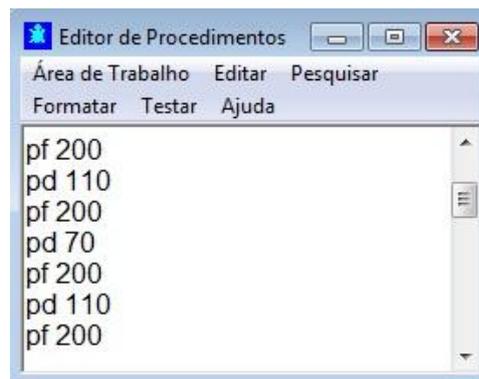


Figura 18: Procedimento do paralelogramo.

Percebe-se que as alunas utilizaram o fato de que a soma dos ângulos consecutivos deveria ser 180° . Perguntei o porque daqueles ângulos de giro. Elas explicaram que “o primeiro tinha que ser bem grande, tipo maior de 90° ”. Elas falaram que escolheram 110° , mas podia ser outro valor, “Mas dai ia mudar o

segundo ângulo”. Perguntei porque deveria ser 70° para o segundo ângulo e uma delas respondeu que “era pra ela (a Tartaruga) voltar ao normal”.

E foi esse o conhecimento que utilizaram para fazer o paralelogramo, além, é claro, de saberem que os lados opostos de um paralelogramo são de mesma medida. As alunas ainda argumentaram que, se o primeiro ângulo fosse 120° , o segundo seria 60° , e assim por diante. Isso reflete que alguns conceitos matemáticos estavam sendo utilizados pelas duplas, mesmo que não percebessem. Para Papert (1988), SLogo é um ambiente em que o aluno faz matemática sem dar-se conta, foi o que ocorreu com as meninas.

Ao término do encontro, a dupla do projeto Casa em Perspectiva começou a trabalhar na outra parte da casa, mas sem finalizar. Utilizou uma folha de papel para auxiliar na identificação do giro que permitiria desenhar a parte lateral da casa. A dupla enfrentou um pouco de dificuldade para descobrir os ângulos envolvidos, mas não solicitaram minha ajuda, pois queriam descobrir sozinhas. Isso mostra o envolvimento da dupla com o projeto e o quanto estavam sentindo-se desafiadas em superar as dificuldades. Porém, com o curto tempo, as meninas não tiveram muita oportunidade de discutir sobre o problema. A Figura 19 mostra como ficou o projeto ao término do encontro.

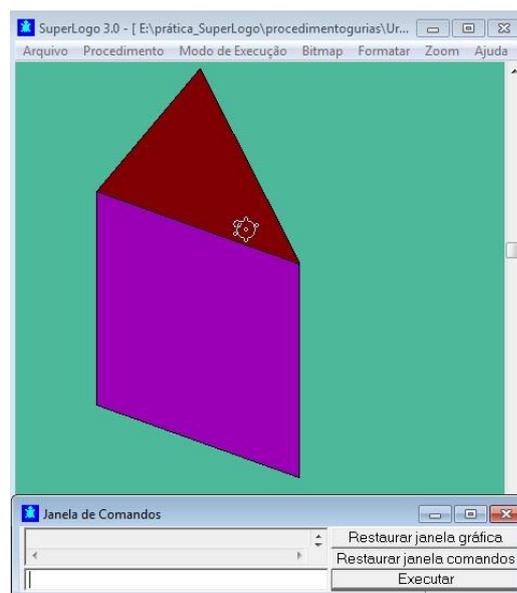


Figura 19: Projeto da casa em perspectiva ao término do encontro.

4.3.4. OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO 4º ENCONTRO

Somente três alunas estiveram presentes nesse encontro. A aluna que faltou era da dupla que estava trabalhando no Urso Ted. Esse encontro teve duração de uma hora e meia e as meninas avançaram em seus projetos. O Urso Ted foi finalizado e as meninas que trabalhavam na casa em perspectiva conseguiram organizar melhor o pensamento sobre o projeto.

Urso Ted

A participante que estava sozinha conseguiu finalizar o Urso Ted, desenvolvendo além do que ela esperava. A ideia inicial era fazer somente o rosto do Urso, porém a aluna também fez um corpo. Todo o projeto foi desenvolvido com circunferências, inclusive corpo, mãos e pés.

A aluna iniciou pintando e finalizando o rosto. Ela queria fazer uma boca em formato de semicírculo, contornado de vermelho e pintado de branco. Perguntei sobre o que seria utilizado para desenhar a boca, obtendo a resposta: “usar aquilo que usamos na primeira vez”. A aluna referia-se ao arco utilizado no primeiro encontro para fazer a letra “C”. Uma vez finalizada a boca, o rosto do Urso estava pronto. A aluna comentou que queria dar continuidade ao projeto e desenhar um corpo para o Urso. Para construir o corpo, ela também utilizou circunferências e os processos foram semelhantes aos do rosto.

Mas, neste momento, foi possível perceber uma evolução na sua forma de trabalhar, já que não estava mais utilizando a técnica de “rabiscar”, ou seja, a tentativa e erro. Ela passou a escrever diretamente no procedimento o que esperava que a Tartaruga fizesse e, então, se o procedimento final não ficasse como o esperado, ela analisava onde estava o erro. A análise era rápida, pois ela acrescentava os comandos no procedimento aos poucos, o que facilitava a identificação do erro. Depois que encontrava o erro, ela o depurava e então o corrigia.

Como já mencionado, quando falamos no erro dos procedimentos chamamos de bug. Segundo Papert (1988), os bugs são corrigidos mais facilmente quando os procedimentos são menores a ponto de ser improvável encontrar mais do que um

bug. No caso da aluna, o procedimento era grande (era um único procedimento), porém os comandos eram inseridos aos poucos no procedimento e, para cada pequena parte do procedimento, a aluna testava. Dessa forma, o debugging concentrava-se em partes pequenas e, portanto, era mais fácil.

Enquanto depurava o erro, a aluna já não testava várias alternativas, como fazia nos encontros anteriores. Ela estudava uma alternativa, buscando antecipar como seria o resultado perante o projeto, para depois colocar em prática. Isso mostra um avanço no processo de construção, pois o conhecimento da aluna estava, agora, sendo utilizado como uma ferramenta para auxiliar no traçado do desenho. Percebe-se que a conceituação começa a influenciar a ação. No momento em que construiu os braços e os pés do Urso, não foram cometidos os mesmos equívocos que ocorreram na construção das orelhas. Dessa vez, a aluna já compreendia o comportamento dos ângulos de giro para que o desenho mantivesse a simetria desejada.

Note que a aluna conseguiu abstrair esse conceito utilizado em uma ação e transformá-la para ser utilizado em outra ação. Segundo Piaget (apud ANDRADE, 2010, p. 3), “a estrutura que permite que essa ação possa ser repetida e aplicada com ligeiras modificações em situações distintas para conseguir objetivos similares” é chamada de esquema de ação. O esquema de ação da aluna foi repetido e aplicado em outra ação para satisfazer o que ela desejara.

Nesse encontro, a aluna demonstrou domínio sobre o software e suas funcionalidades, mas, mais ainda, sobre a Matemática que garantia a perfeição do desenho. Na Figura 20, temos o projeto Urso Ted ao término do encontro.

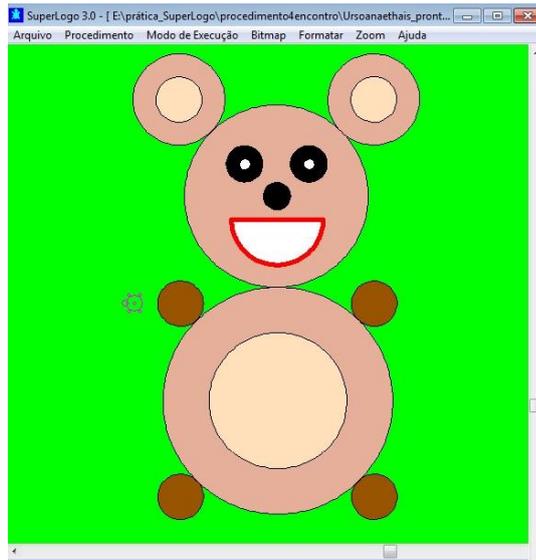


Figura 20: Projeto Urso Ted finalizado.

Casa em Perspectiva

A dupla que trabalhava no projeto Casa em Perspectiva demonstrou certa dificuldade com os ângulos de giro e, portanto, não conseguiram finalizar o projeto neste encontro. O projeto tornou-se complicado, pelo fato de testarem diversos valores de ângulos para desenhar cada parte da casa. No momento em que precisavam utilizar algum dos valores, não lembravam e precisam recorrer ao procedimento para encontrá-lo.

Apesar da tática de tentativa e erro ter funcionado até o momento, as alunas não conseguiram desprenderem-se dela e, em algum momento, elas sentiram falta do raciocínio matemático que acompanhava cada parte do procedimento. Era esse raciocínio que as alunas deixaram para trás na intenção de que tudo fosse resolvido com tentativa e erro. Surgiu a necessidade de parar e refletir um pouco sobre o que estava sendo feito. Era o momento compreendido por Piaget da tomada de consciência, onde a dupla deveria parar e refletir sobre o que estava sendo assimilado. A construção do conhecimento não é inerte às tomadas de consciência. Pelo contrário, a tomada de consciência é imprescindível para que o sujeito passe da assimilação dos esquemas de ação para a assimilação dos conceitos envolvidos no processo (PIAGET, 1977).

Percebido o problema da dupla, sugeri que desenhassem a casa em uma folha de papel e utilizassem o desenho para escrever e analisar todos os ângulos

utilizados, com a finalidade de tentar compreender o que haviam realizado em seu projeto. A intenção era de auxiliar as meninas nesse processo de compreensão dos conceitos envolvidos. Feito isso, a dupla conseguiu continuar a desenvolver o projeto.

De fato, os ângulos eram importantes neste projeto, pois as partes que compunham a casa eram paralelogramos que deviam estar paralelos dois a dois. A identificação dos ângulos suplementares, utilizados em toda a construção da Casa, era determinante para a construção da casa. O momento em que elas apresentaram mais dúvidas foi no desenho da parte lateral da casa e a segunda parte do telhado, pois esta construção dependia dos elementos já utilizados na primeira parte. Na Figura 21, é possível observar os ângulos nos quais os comentários acima se referem.

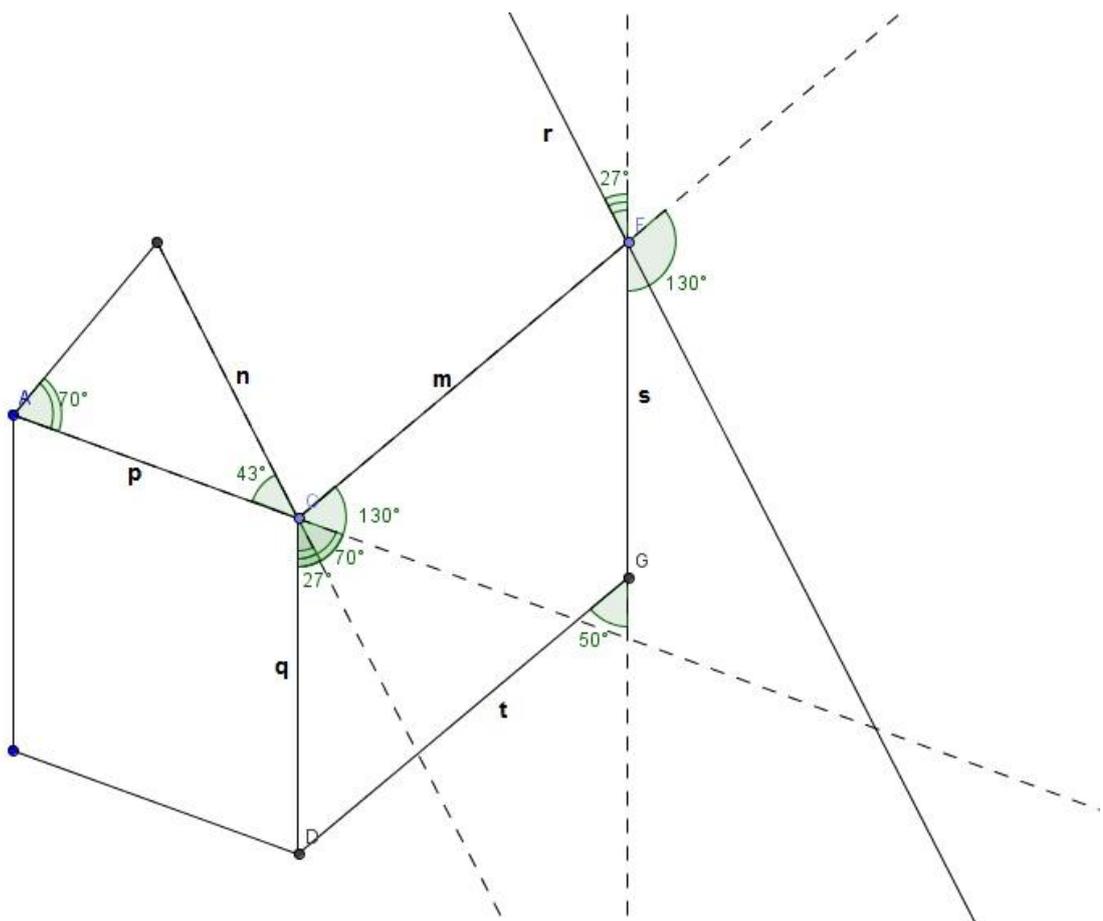


Figura 21: Simulação dos ângulos referidos.

Note que a reta *r* e a semirreta *n* são paralelas, bem como a reta *s* e o segmento *q* e os segmentos *m* e *t*. Todos os ângulos utilizados no desenho foram

desvendados pela dupla. Os ângulos que correspondem à medida de 27° foram calculados a partir dos demais (estabelecidos pela dupla). Esse cálculo corresponde à diferença entre o menor ângulo formado pela semirreta p e o segmento q e as semirretas p e n .

A dupla conseguiu estabelecer que o ângulo entre os segmentos m e s era o mesmo ângulo compreendido entre q e m , pois: “depois de fazer esse (o segmento m), a Tartaruga tem que voltar retinha de novo pra fazer esse lado (o segmento s)”. Pode-se perceber que a dupla está se referindo ao fato da Tartaruga posicionar-se paralelamente ao segmento q , mesmo que não mencionassem a palavra paralela (conceito matemático que estava por trás do pensamento). Para traçar o segmento t , a dupla girou 50° para a direita, utilizando o mesmo conceito que utilizaram no desenho do primeiro paralelogramo, ou seja, de que a soma dos dois primeiros giros deve ser 180° .

Para iniciarem a segunda parte do telhado, a dupla contornou (“usando nada”) os dois últimos segmentos. A Tartaruga chegou ao ponto F na direção vertical e voltada para cima. Nesse instante, o objetivo da dupla era desenhar um segmento paralelo ao segmento n e de mesmo tamanho. A dupla dedicou um tempo considerável para estudar o desenho construído no SLogo e o desenho da folha. A relação entre os ângulos ainda não estava evidente para a dupla. Elas conversavam e trocavam ideias sobre o desenho, mas não percebiam qual deveria ser o ângulo de giro (que era de 27° para a direita).

Abaixo, trazemos um trecho do diálogo¹⁴ da dupla enquanto descobriam o ângulo.

C – Olha só, a gente tá aqui (na extremidade do segmento s) e queremos virar até aqui.

G – É menos que 90° , com certeza.

C – Então tenta 60° .

G – Não né, não é um valor chutado. Tem que ter tipo uma continha.

B – Será que esse movimento não é parecido com algum que vocês já tenham feito antes?

¹⁴ As letras maiúsculas C e G serão usadas para as falas das alunas. A letra B será utilizada para representar a fala da autora.

G – Ah, deve ser, C. A sora está nos ajudando.

C – Espera aí então. G, pega a folha. A gente tem que fazer um (segmento) reto (paralelo) com esse (segmento n). E esse aqui (segmento s) é reto com esse (segmento q).

G – Claro C (...). É a mesma coisa que esses dois (segmento q e n). Mas tem uma coisa, eu não anotei quanto era.

B – Não tem problema, vocês conseguem encontrar o valor novamente.

G – Nos ajuda então, sora.

B – Quando vocês terminaram a primeira parte do telhado e desenharam este lado (segmento m). Vocês lembram quanto giraram?

G – Sim sora, está aqui. Foi 113° .

B – E por que vocês giraram 113° ?

C – Foi por que a gente queria que fosse 130° , mas já tinha 27° daí foi só girar o que faltava.

G – Que 27° ?

C – Esse aqui (passando a mão no ângulo que queriam descobrir). Isso! É isso mesmo. É 27° né sora?

B – Me digam vocês se é.

G – Vai testa aí.

Nesse instante, as meninas testaram o ângulo de 27° e terminaram a segunda parte da casa, desenhando o último paralelogramo e concluindo que era realmente 27° o ângulo procurado. A confirmação ocorreu ao verificar que os lados opostos do paralelogramo apresentavam a mesma medida. Ao finalizarem essa parte do desenho, o encontro estava no fim e não houve tempo para pintar o telhado e decorar a casa. Na Figura 22, podemos ver o projeto da casa em perspectiva ao término do encontro.

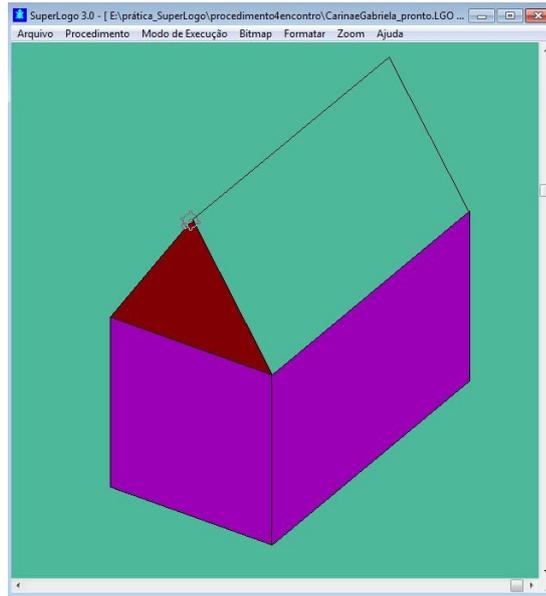


Figura 22: Casa em Perspectiva ao final do 4º encontro.

4.3.5. OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO 5º ENCONTRO

Todas as meninas estavam presentes. Esse foi o último encontro e as meninas finalizaram seus projetos. Também foi proposto um momento de discussão sobre os projetos e as participantes responderam a um questionário (Apêndice IV).

Urso Ted

No último encontro, o Urso Ted foi finalizado. A ideia era que, enquanto a Casa em Perspectiva fosse finalizada, eu desafiaria as meninas para que programassem o Urso Ted com uma variável, de modo que fosse possível escolher o tamanho do Urso. Porém, a dupla não encarou o desafio e preferiu conversar sobre o projeto e retomar a construção. Como a intenção da prática é desenvolver aquilo que desperta o interesse das participantes, deixei que elas conversassem sobre o projeto.

A aluna presente no encontro anterior procurou explicar para a colega como finalizou a construção. No momento de explicar como fez as mãos e os pés, ela mencionou que fez “como a gente tinha feito as orelhas”, ou seja, imaginando o triângulo e utilizando os mesmos ângulos. Em seguida, as alunas passaram a

responder ao questionário. Na Figura 23, podemos visualizar o que as alunas pretendiam fazer no SLogo e o resultado final.

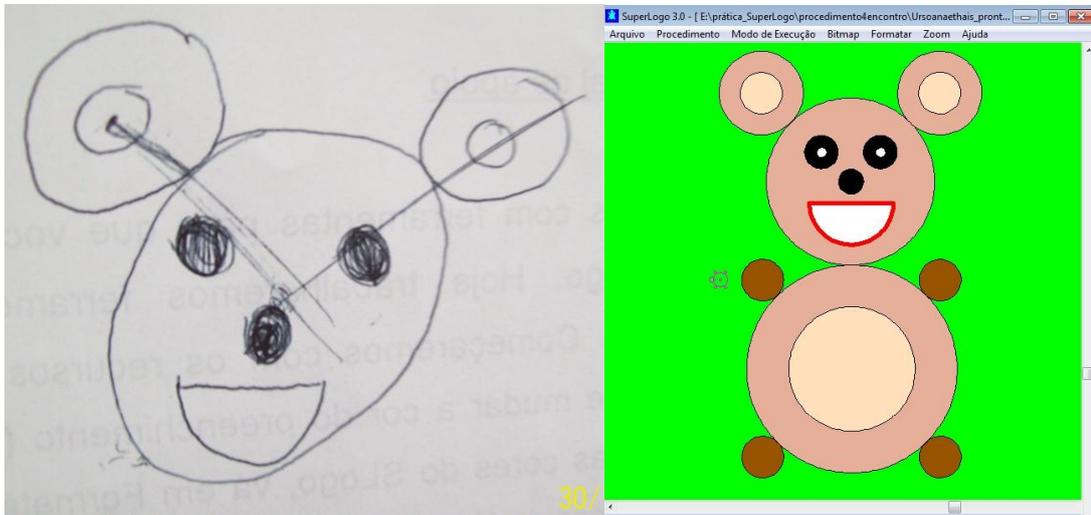


Figura 23: Comparação do projeto inicial com o resultado final.

Casa em Perspectiva

Nesse encontro, o objetivo desta dupla era acabar a casa. O processo foi mais fácil, pois elas já tinham em mãos os ângulos de giros e sabiam como utilizar tais ângulos. Elas pintaram o telhado e desenharam e pintaram porta e janela. Pude perceber um domínio sobre os ângulos que estavam sendo utilizados na construção. Elas identificavam corretamente os lados que deveriam ser paralelos e sabiam como deveriam proceder para que esses lados ficassem paralelos. Agora as alunas demonstram já saberem utilizar os esquemas de ação envolvidos em tais atividades (PIAGET, apud ANDRADE 2010) visto que, para o desenvolvimento dos próximos comandos, elas deveriam utilizar os mesmos raciocínios que haviam utilizado anteriormente.

Notei também uma evolução na utilização dos comandos do software. A dupla passou a digitar os comandos diretamente no procedimento e não mais rabiscando no SLogo, como faziam anteriormente. Quando testavam o procedimento e algo estava errado, imediatamente elas se punham a “brincar de Tartaruga” para analisar a sequência de comandos, para encontrar o erro e então corrigi-lo. Outra vez saliento a importância dessa antecipação que é feita quando desenvolvemos os

comandos diretamente do procedimento. O aluno demonstra um avanço no pensamento matemático ao desenvolver esse raciocínio.

Na figura 24, temos o comparativo do que as meninas pretendiam construir inicialmente e o resultado final no SLogo.

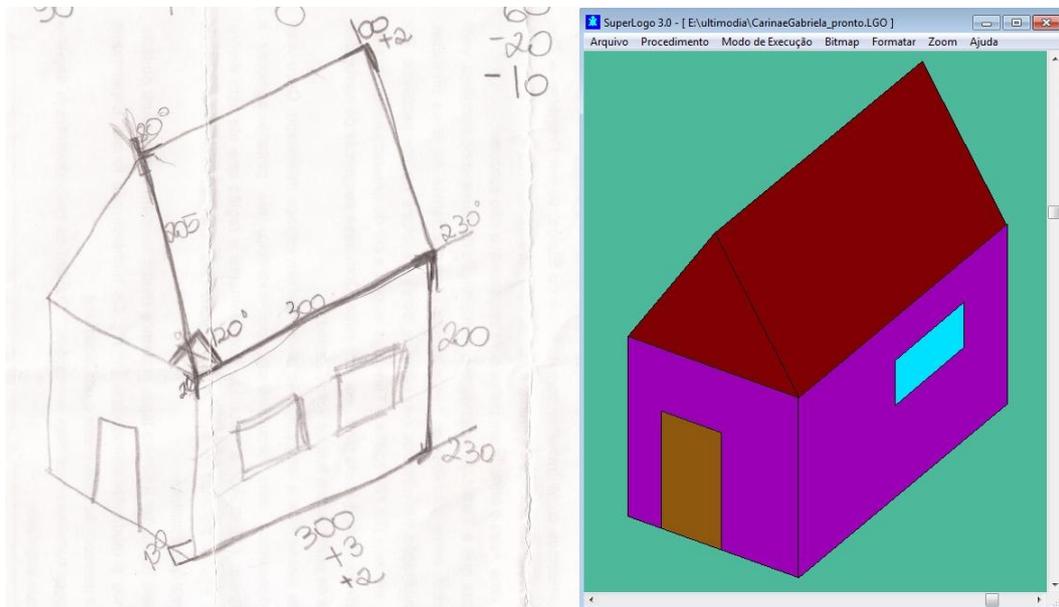


Figura 24: Comparação da Casa desenhada no papel e da Casa construída no SLogo.

Apresentação dos projetos

As alunas foram convidadas a apresentar seus projetos, explicando os procedimentos, explicitando as dificuldades e fazendo comentários que achassem relevantes.

A primeira dupla foi a do Urso Ted. Uma das discussões levantadas foi sobre como as circunferências ficaram “grudadinhas”. A explicação da dupla foi: como sabíamos o raio da circunferência já desenhada e o raio da circunferência a ser desenhada, então bastava andar com a Tartaruga a soma desses dois valores.

As alunas comentaram que o mais difícil foi desenhar o rosto, pois “tinha que encaixar tudo sem deixar espaço sobrando”. Elas referem-se a terem que distribuir os elementos do rosto de forma harmônica e simétrica. Finalizaram explicitando que mesmo não estando explícito, elas utilizaram muito os ângulos de giro da Tartaruga.

A segunda dupla explicou que começaram desenhando a parte da frente da casa. Perguntei para elas qual era o nome daquela forma geométrica. A aluna da outra dupla respondeu que era um quadrado. Logo outra aluna respondeu que não

era quadrado, pois os lados não eram iguais, portanto o nome era retângulo. Perguntei para elas como era um retângulo e a mesma aluna que antes classificara o paralelogramo em retângulo comentou que “no retângulo é tudo retinho (em referência aos ângulos)” e concluiu que sua afirmação anterior estava errada. A aluna que permanecia calada lembrou que o nome daquela figura já havia sido falado em outro encontro, mas não lembrava qual era somente que começava com a letra “P”. Após as meninas reconhecerem que aquela figura não era um quadrado nem um retângulo, complementei, dizendo que o nome era paralelogramo. No mesmo instante elas relacionaram com o termo paralelo também já usado durante os encontros.

As meninas prosseguiram com a explicação de como foi feita a Casa em Perspectiva, mencionando quais lados eram paralelos. A outra dupla perguntou como elas haviam feito para encontrar o ângulo tal que os segmentos fossem paralelos. As colegas explicaram utilizando sempre a ideia de fechar os 180° “se girar 70° para a direita, tem que girar 110° para a direita depois”. A colega perguntou como ficava se girássemos 50° para a esquerda, por exemplo. E a resposta foi “dai tem que girar 130° para a direita”. Note que as alunas mostraram dominar a estratégia de desenhar segmentos paralelos e a estratégia era sempre pensar no suplementar do ângulo. De fato, foi o conceito que elas mais utilizaram no projeto.

Para a segunda dupla, o mais difícil foi desenhar a segunda parte do telhado (como já mencionado na seção 4.3.4). Elas terminaram comentando que utilizaram “muitos ângulos mais quebrados” e, por isso, ficou mais difícil no final e que desenhar no papel antes colaborou para os cálculos.

Ao término das apresentações uma das alunas perguntou se algo que elas tinham feito tinha algum nome especial. Comentei com elas que sim. Por exemplo, as orelhas do Urso Ted eram circunferências concêntricas (que têm o mesmo centro). O que elas haviam chamado de “grudadinhas”, nós chamávamos de tangentes. Que a tática das alunas de pensarem no ângulo para que os segmentos ficassem paralelos era, na verdade, pensar no suplementar do ângulo usado anteriormente. O triângulo usado pelas meninas para pensarem no ângulo de giro da Tartaruga era um triângulo isósceles, pois tinha a mesma medida para dois dos lados. As alunas acharam muito interessante que, o tempo todo, tinham trabalhado com esses conceitos sem perceberem.

Observe que as alunas reconhecem que conseguem fazer uso de conceitos e depois formalizá-los. Elas estão conseguindo mudar sua visão de que devem conhecer o conteúdo antes e somente depois usá-lo. É a noção de conhecimento em uso que rege essa experiência que elas tiveram. Os conceitos agora fazem mais sentido, pois elas já os dominam a ponto de saberem como utilizá-los.

Questionário

Foi pedido que as alunas respondessem a um questionário (Apêndice IV) sobre a prática realizada e sobre o software SLogo. O questionário consistia em cinco questões dissertativas, que são apresentadas a seguir, juntamente com algumas respostas das alunas. No Quadro 1, podemos visualizar os aspectos da primeira questão.

1) O que você achou do software SLogo?

- Eu achei “chatinho” de mexer, mas ao mesmo tempo legal.
- Achei muito interessante, pois aborda diferentes “coisas” da matemática.
- É um programa muito legal, mas complicado. O bom é que reforça a matemática de uma maneira divertida, mas complicada!
- Achei bem legal, uma maneira divertida de aprender matemática.

Note que todas as alunas gostaram de utilizar o software. Mesmo encontrando algumas dificuldades, elas o consideram “divertido” e capaz de auxiliar na aprendizagem de Matemática.

No Quadro 2, temos a segunda pergunta do questionário e as respostas das alunas.

2) Você gostaria de continuar trabalhando com esse software nas aulas de Matemática?

- Eu gostaria de continuar trabalhando com ele sim, pois assim poderia aprender mais coisas que ele oferece.
- Sim, continuar fazendo essas figuras e fazer outras coisas mais avançadas.
- Eu gostei bastante e gostaria de continuar porque me fez usar bastante meu conhecimento sobre ângulos e graus.
- Achei bem legal, seria interessante utilizar na sala de aula.

O interesse por usar o software nas aulas de Matemática é visível, inclusive com a vontade de avançar nos comandos do software. Na primeira resposta,

podemos notar que a aluna reconhece que o software a auxiliou na aprendizagem de conceitos matemáticos.

No Quadro 3, temos a terceira questão e suas respostas.

3) O que você usou de Matemática em seu projeto?

- Formas geométricas, ângulos, medidas, linhas paralelas...
- Ângulos, círculos e formas geométricas.
- Graus, circunferências e formas geométricas.
- Figuras geométricas, medidas iguais, círculo de mesmo centro e ângulos.

Observe que as alunas mencionam sempre os ângulos. De fato, foi o conceito que mais desenvolveram. Porém, três das alunas mencionam as circunferências e apenas duas utilizaram circunferência em seu projeto. Podemos perceber que, mesmo não utilizando no projeto, a aluna utilizou circunferência em outras atividades.

No Quadro 4, podemos visualizar a questão quatro do questionário e as respostas das alunas.

4) Você aprendeu algo novo? O quê?

- Aprendi mais sobre ângulos, o que é um arco, paralelogramo.
- No início não, mas depois eu aprendi sobre triângulos.
- Eu aprendi a mexer e nomes de algumas formas geométricas.
- Eu retomei o que já havia aprendido, foi bom por que me ajudou na aula de matemática.

Percebe-se que, de alguma forma, a atividade contribuiu para o crescimento matemático das alunas. Seja auxiliando a compreender novos conceitos, seja dando conta de auxiliá-las em outras atividades, como na aula, por exemplo. Na última resposta, podemos notar que a aluna conseguiu levar para a sala de aula o que fez nos encontros.

Abaixo temos o Quadro 5, com a última pergunta do questionário entregue as alunas e suas respostas.

5) Escreva, brevemente, como você descreveria o SLogo para alguém que não conhece o software.

- O S. Logo tem uma tartaruginha que obedece aos seus comandos. Nele você pode fazer coisas mais simples, como: uma casa, um urso... ou coisas

mais complicadas como botar movimento nos seus desenhos.

- É um programa que você tem que usar os ângulos, graus e formas geométricas para fazer desenhos e também os comandos.
- Tem uma tartaruginha que você controla, podendo fazer muitas coisas, até desenhos com movimentos, que você também pode pintar.
- É uma atividade divertida, mas difícil, você utiliza graus, circunferências e formas geométricas. Pode formar vários desenhos com as formas geométricas e até colori-los.

Nessa pergunta, todas as alunas conseguem dar uma ideia de como funciona o software. Três, das quatro alunas, lembram-se de mencionarem a linguagem LOGO quando explicitam o uso de comandos ou o fato de controlar a Tartaruga. Perceba que todas as participantes reconhecem a potencialidade do software.

4.4. AS ALUNAS UTILIZARAM MATEMÁTICA?

Nesta seção, vamos retomar os projetos, para analisar o que de Matemática foi, de fato, utilizado pelas alunas em seus projetos. Em outras palavras, vamos identificar os conceitos matemáticos que estavam presentes nos projetos das participantes e que, na maioria das vezes, foram utilizados sem tomarem conhecimento do formalismo dos conceitos presentes.

Quando observaram projetos prontos, as alunas reconheceram figuras geométricas explícitas e também conseguiram decompor algumas figuras em figuras geométricas mais conhecidas, como no projeto do carro. Ainda, as alunas identificaram a distância percorrida pelos objetos que estavam em movimento, para não haver sobreposição.

Na atividade de familiarização com o software, as alunas desenvolveram algumas figuras geométricas regulares, como o quadrado e o retângulo, que foram construídos com rapidez e sem dúvidas. Algumas alunas desenharam triângulos equiláteros de forma intuitiva. A aluna utilizou, por acaso, o ângulo de giro de 120° . A partir desse fato, conversamos sobre a soma dos ângulos internos de um triângulo ser igual a 180° e sobre o suplementar de um ângulo.

Ainda, nessa atividade, as alunas trabalharam com arcos de circunferência, sendo necessária a ideia de raio e diâmetro. A ideia de ângulo também esteve sempre presente.

A seguir, detalharemos a Matemática de cada projeto.

Urso Ted

Na Figura 25, temos o Urso Ted, com alguns aspectos matemáticos que estavam por trás do projeto.

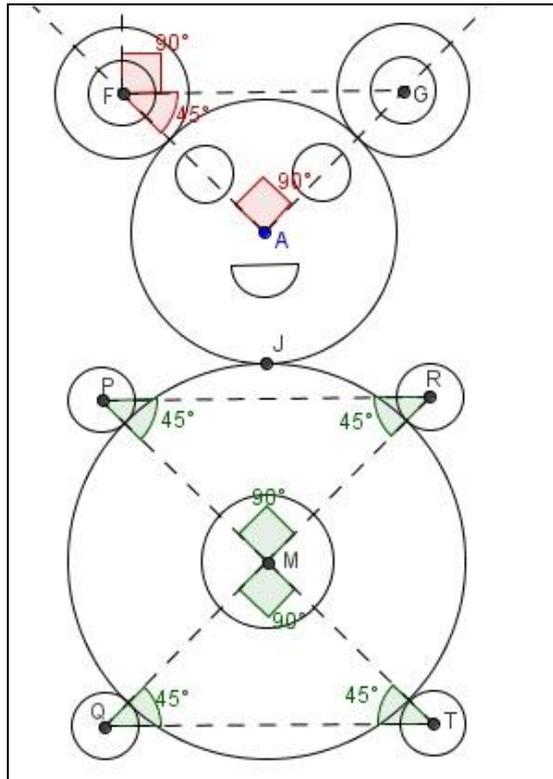


Figura 25: Projeto Urso Ted com elementos matemáticos em destaque.

Podemos notar que, para a construção do Urso Ted, o conceito de triângulo isósceles e seus respectivos ângulos foram utilizados na construção das orelhas, pés e mãos. Os triângulos eram semelhantes, o que garantiu uma harmonia no resultado final. O fato de um triângulo isósceles possuir dois lados congruentes e ângulos da base congruentes foi utilizado na construção, mesmo sem a formalização dos conceitos. A soma dos ângulos internos de triângulos foi outro conceito matemático utilizado, por exemplo, para a identificação do giro de 90° em A.

Além disso, o projeto foi formado por circunferências tangentes externamente, em que a soma dos raios dessas circunferências foi necessária. Ainda sobre circunferências, o projeto apresenta circunferências concêntricas, nas orelhas, nos olhos e no corpo. Para desenhar a boca, foi utilizado um semicírculo e, para fechá-lo, foi necessário o cálculo do diâmetro desse semicírculo. Enfim, diversos conhecimentos matemáticos foram utilizados e compreendidos ao longo do projeto Urso Ted.

Casa em Perspectiva

Na Figura 26, podemos visualizar o projeto com alguns aspectos matemáticos destacados.

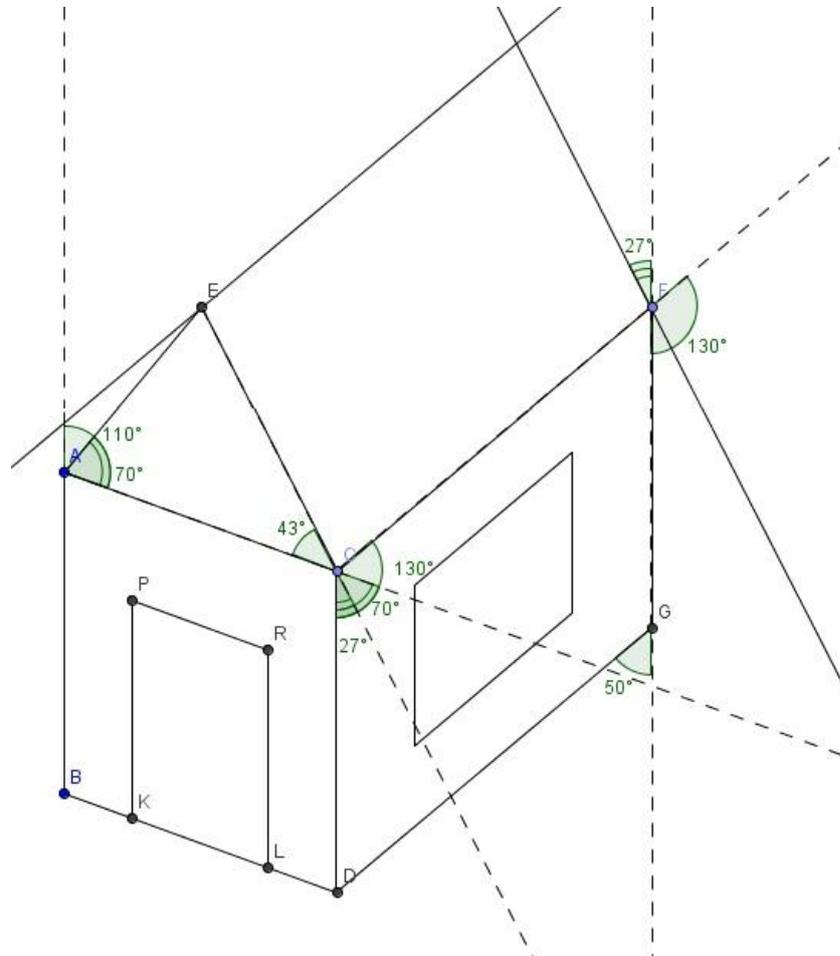


Figura 26: Projeto Casa em Perspectiva com elementos matemáticos destacados.

Nesse projeto, o conceito matemático predominante foi o paralelismo entre segmentos. Para tal, foi importante compreender o giro da Tartaruga em cada vértice do paralelogramo. Sobre a ideia de ângulo, o conceito de ângulos suplementares também esteve presente. Pensar em ângulos suplementares foi um constante exercício na elaboração do projeto.

No desenho dos paralelogramos, foram utilizadas a definição (lados opostos paralelos) e propriedades (lados opostos congruentes, ângulos opostos congruentes e ângulos adjacentes suplementares). Ainda, o resultado de que, quando tratamos de um ângulo entre dois segmentos, ao consideramos outro par de segmentos, paralelos aos iniciais, o ângulo se conserva. Enfim, novamente foi possível observar

uma série de conhecimentos matemáticos que foram utilizados e compreendidos ao longo do projeto Casa em Perspectiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desse trabalho, com os resultados da prática, bem como suas análises, pude perceber que o software SLogo pode, de fato, ser uma ferramenta potente na aprendizagem de conceitos matemáticos. Foi possível perceber que as participantes estavam aprendendo Matemática a partir da elaboração de seus projetos, ou seja, diferentes conhecimentos estavam sendo assimilados e compreendidos por elas.

Nenhum aluno é igual e, portanto, a construção do conhecimento é feita de forma diferente por cada sujeito. A utilização dos projetos auxiliou para que cada aluna fizesse a sua própria assimilação, a sua própria conexão entre os saberes. E os conceitos passaram a ter sentido para elas.

Os imprevistos de tempo foram obstáculos que tornaram a prática menos proveitosa, já que o tempo tornara-se sempre reduzido. Acredito que esse tenha sido o motivo principal para os projetos não avançarem um pouco mais. Com mais tempo, as meninas poderiam explorar mais conceitos do software e poderiam avançar em seus projetos ou até desenvolver outros. A vontade em avançar era explícita e, apesar das dificuldades, as alunas continuaram engajadas em seus projetos.

O erro teve o papel esperado, foi um objeto de estudo e reflexão. As participantes não sentiam vontade de deletar o erro e sim estudá-lo e tentar compreendê-lo. Segundo Valente (1995, p. 24), “no Logo, o erro deixa de ser uma arma de punição e passa a ser uma situação que nos leva a entender melhor nossas ações e conceitualizações”. Percebemos que, de fato, muitas vezes durante as análises, tínhamos essa situação, um aluno utilizando um *bug* para entender a ação e, posteriormente a contextualização.

A escolha por transcrever as falas espontâneas das alunas permitiu que, após os encontros, fosse feita uma análise mais detalhada. Permitiu também que fosse possível perceber como as alunas enxergam a Matemática e não como achamos que elas enxergam.

Posso afirmar que, para essas alunas, nesse espaço e durante esse tempo, a proposta deu certo. Acredito que possamos generalizar e assumir que dará certo também a um grupo maior de alunos, em outro espaço e em outro tempo. Porém, não posso afirmar, são apenas conjecturas baseadas em uma prática que teve seus objetivos alcançados.

Talvez, em um trabalho futuro, seja possível confirmar essas conjecturas. Finalizo esse trabalho com uma das ideias que me foi mais marcante. Papert (1988) inicia a apresentação do software mencionando que no ambiente LOGO há uma inversão dos papéis. “A criança inteligente ensina o computador burro ao invés de o computador inteligente ensina a criança burra” (p. 9). Certamente foi o que mais percebi nesse trabalho, crianças inteligentes ensinando computadores e esses, como boas máquinas, executando fielmente o ensinamento e não crianças executando o ensinamento de computadores inteligentes.

.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Edson Francisco. **Contribuições da Psicologia para a Proposta Construtivista de Ensino-Aprendizagem**. *Revista de Psicologia*, v. 1, n. 1, Janeiro/Junho-2010, p. 1-8.

BECKER, Fernando. **O que é Construtivismo?**. Disponível em http://livrosdamara.pbworks.com/f/oquee_construtivismo.pdf. Acesso em: Novembro de 2012.

CORREIA, Carlos Eduardo Felix. **Os Erros no Processo Ensino/Aprendizagem em Matemática**. *Revista Educação: Teoria e Prática*, v. 20, n. 43, janeiro/junho 2010, p. 169-186.

MATTOS, Eduardo Britto Velho de. **Construção dos Conceitos de Matemática via Projetos de Aprendizagem**. Porto Alegre. UFRGS. 2010. 246 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e Educação**. Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira Vianna Ripper. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

PIAGET, Jean. **A Tomada de Consciência**. Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977.

PIAGET, Jean. **Fazer e Compreender**. Tradução de Christina Larroundé de Paula Leite. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978.

PINTO, Neuza Bertoni. **O erro como estratégia didática: Estudo do erro no ensino de Matemática Elementar**. Campinas: Papyrus, 2000.

VALENTE, José Armando. **Diferentes usos do computador na educação**. In: VALENTE, José Armando (org), **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1995, p. 1-28.

VALENTE, José Armando. **O uso inteligente do computador na educação**. **Revista Pátio**, ano 1, n.1, maio/julho 1997, p.19-21.

VALENTE, José Armando; VALENTE, Ann Berger. **LOGO: conceitos, aplicações e projetos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

7. APÊNDICES

APÊNDICE I: Material de apoio

Quando usamos o software SLogo, trabalhamos com uma programação específica. Uma linguagem feita para nos comunicarmos com a Tartaruga. Mas quem é essa Tartaruga? Iniciem o software SLogo clicando duas vezes sobre o ícone .

Para comandarmos a Tartaruga devemos saber quais comandos ela já conhece. Começamos com as chamadas primitivas, são elas: para frente <nº> (**pf <nº>**), para trás <nº> (**pt <nº>**), para direita <nº> (**pd <nº>**) e para esquerda <nº> (**pe <nº>**). Para que a Tartaruga execute os movimentos que queremos, devemos introduzir alguma dessas primitivas na JANELA DE COMANDOS seguido de ENTER ou EXECUTAR.

Agora é a sua vez! Experimente movimentar a Tartaruga e veja o que acontece. Imagine uma ação que você queira que a Tartaruga realize e veja se consegue fazê-la reproduzir exatamente o que você pensou. Utilize as primitivas para realizar esses movimentos e tente perceber o que de Matemática você está usando. Além dessas primitivas podemos utilizar o comando **circunferencia <nº>**. O que acontece?



Agora experimente realizar algumas das tarefas abaixo utilizando a linguagem LOGO:

- 1) Reproduzir a letra do nome
- 2) Reproduzir uma figura geométrica

Vamos trabalhar agora com o recurso *procedimento*. Vamos em Procedimento → Novo

Ali poderemos descrever uma lista de comandos e nomeá-la. Para que fique salvo vamos em Área de Trabalho → Atualizar. Agora essa lista tornou-se um procedimento e quando escrevermos o nome do procedimento na Janela de Comandos, Tartaruga irá realizar a lista antes descrita.

Experimente agora escrever o seguinte procedimento:

aprenda bruna

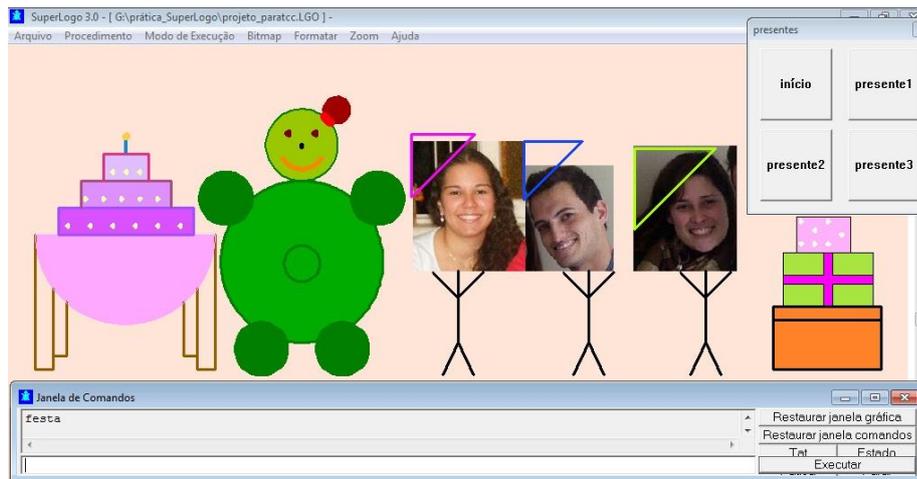
repita 2 [pf 100 pd 90]

fim

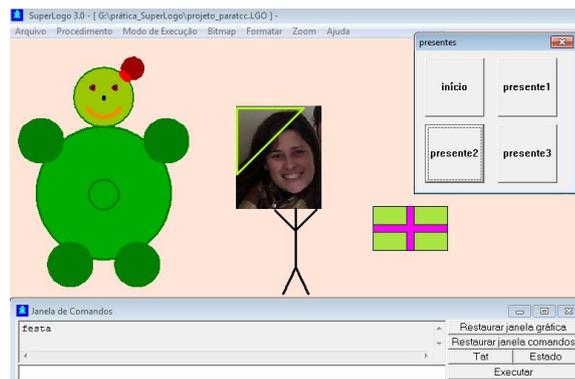
- Com essas ferramentas em mãos, você consegue pensar em algo que gostaria de reproduzir no SLogo?

APÊNDICE II: explicação do projeto levado às alunas.

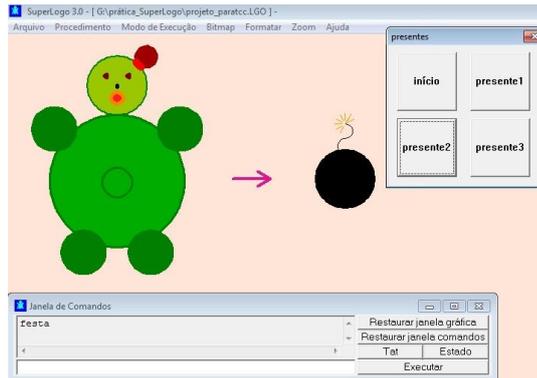
O projeto foi desenvolvido no ano de 2008 por mim e outros dois colegas para a disciplina de Computador na Matemática Elementar, oferecida para o curso de Licenciatura em Matemática pela UFRGS. A ideia do projeto era simular o aniversário de uma tartaruga (fazendo referência à Tartaruga do SLogo). O projeto consistia em uma caixa de botões e com a tela inicialmente em branco. Ao clicar em início, aparecia a tela inicial mostrada na Figura 1.



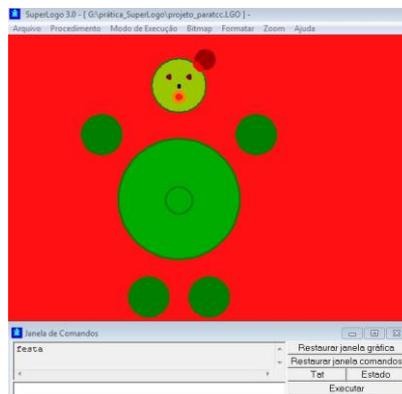
Quando clicado sobre algum dos outros botões o que acontecia era que algum dos bonecos ficava sozinho na tela com a Tartaruga e o respectivo presente andava em direção aos dois como ilustra a Figura 2.



Quando o presente se aproximava dos dois, podia-se descobrir qual era o conteúdo do presente. Nesse caso, o presente era uma bomba e o mesmo também aproximava-se da Tartaruga, como mostramos na Figura 3.



Para cada presente, a Tartaruga tinha uma reação diferente. Para finalizar, mostramos a reação da Tartaruga para a bomba, como ilustra a Figura 4.



Para visualizar os outros presentes, bastava clicar em Início novamente e, depois, escolher outro presente. A sequência era a mesma, porém mudando o boneco, o presente e a reação.

APÊNDICE III: Material de apoio

No encontro anterior trabalhamos com ferramentas para que você pudesse desenvolver um projeto com o SLogo. Hoje trabalharemos ferramentas que possibilitarão a você decorar o projeto. Começaremos com os recursos de pintar (**pinte**), mudar a cor do lápis (**mudecl**) e mudar a cor do preenchimento (**mudecp**). Para entendermos como trabalhar com as cores do SLogo, vá em Formatar → Cor. Lá você encontrará opções de mudar a cor de lápis, preenchimento e fundo. Escolha qualquer uma delas e brinque um pouco com as cores que irão aparecer.

Para que a Tartaruga entenda qual combinação de cores você escolheu, você deve colocar entre colchetes os três números correspondentes às cores primárias. Essa combinação de números (ou seja, de cores) resultará na cor escolhida. Por exemplo, *mudecp [78 184 154]* e a Tartaruga mudou a cor do preenchimento para um verde-azulado. Para que ela pinte, escreva *pinte*. Com essa sequência de comandos, ela acaba de pintar toda a tela de verde-azulado.

Ela pintou toda a tela, pois não havia nenhum espaço delimitado. Caso você tivesse desenhado uma circunferência, por exemplo, ela pintaria somente a circunferência. ATENÇÃO: a Tartaruga pinta somente a região que ela está dentro. Tente você pintar algumas regiões de cores diferentes. Tente também mudar a cor do lápis e ver o que acontece.

Além de mudar a cor do lápis, podemos mudar também a espessura do lápis. O comando é *mudeespessuradolápis [nº nº]*. Os números são iguais. Experimente mudar a espessura do lápis e veja o que acontece.

Agora trabalharemos com animações. Copiem os procedimentos a seguir e vejam o que acontece.

```
aprenda ret
pf 100 pd 90 pf 50
pd 90 pf 100
pd 90 pf 50
fim
```

```
aprenda retmovimento
repita 10 [ret espere 5 ad un pf 20 ul pd 90]
ret
fim
```

O que aconteceu? Tente explicar o segundo procedimento. Faça você uma animação agora com elementos diferentes e coloridos. Como você pensa em incluir essas novas ferramentas em seu projeto?

APÊNDICE IV: Questionário

- 1) O que você achou do software SLogo?
- 2) Você gostaria de continuar trabalhando com esse software nas aulas de Matemática?
- 3) O que você usou de Matemática com seu projeto?
- 4) Você aprendeu algo novo? O quê?
- 5) Escreva, brevemente, como você descreveria o SLogo para alguém que não conhece o software.

APÊNDICE V: TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada Utilização do software SuperLogo 3.0 no ensino de Matemática, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Bruna Santos de Souza. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Márcia Rodrigues Notare Meneghetti.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Desenvolver projetos com o software SuperLogo 3.0;
- Identificar como os alunos utilizam elementos de Matemática em seus projetos;
- Analisar tais elementos.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc, bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, sem identificação. A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o(a) pesquisador(a) responsável.

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, 8 de outubro de 2012.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa

APÊNDICE VI: Autorização para desenvolvimento de trabalho na Instituição

Ilmo. Sr. _____
Diretor da escola Colégio de Aplicação

Solicito sua autorização para que a acadêmica Bruna Santos de Souza, do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, desenvolva seu trabalho de conclusão de curso no Colégio de Aplicação durante o segundo semestre de 2012.

Os objetivos do trabalho, estritamente acadêmicos, em linhas gerais, são analisar como os estudantes utilizam Matemática para desenvolver projetos envolvendo o software SuperLogo 3.0. Neste sentido, torna-se importante proceder à coleta de dados, incluindo registros em vídeo e fotográfico, para futuras análises e obtenção dos resultados relacionados com a aprendizagem da Matemática.

Dessa forma, nessa oportunidade, estamos solicitando sua autorização para a realização da coleta de dados mencionada.

Para manifestação de sua concordância, é suficiente sua declaração e assinatura nesse documento.

Ao seu dispor para quaisquer esclarecimentos, envio cordiais saudações.

Profa. Dra. Márcia Rodrigues Notare Meneghetti
Instituto de Matemática – UFRGS
Porto Alegre, 8 de outubro de 2012.