

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

KÁTIA COELHO DA ROCHA

**PROGRAMAÇÃO EM SCRATCH NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA:
INVESTIGAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ÂNGULO**

PORTO ALEGRE

2017

KÁTIA COELHO DA ROCHA

**PROGRAMAÇÃO EM SCRATCH NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA:
INVESTIGAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ÂNGULO**

Dissertação de mestrado elaborada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

PORTO ALEGRE

2017

KÁTIA COELHO DA ROCHA

**PROGRAMAÇÃO EM SCRATCH NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA:
INVESTIGAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ÂNGULO**

Dissertação de mestrado elaborada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a Elisabete Zardo Búrigo
(IME-DMPA-UFRGS)

Prof^a. Dr^a. Marcia Rodrigues Notare Meneghetti
(IME-DMPA-UFRGS)

Prof^o. Dr. Vandoir Stormowski
(FAMAT-PUCRS)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Marcus Vinicius de Azevedo Basso, pela dedicação e paciência, me encaminhando para constantes reflexões sobre a educação.

À minha família pelo incentivo ao estudo e por compreender cada período de ausência.

Ao Léo, por estar sempre ao meu lado e me auxiliar com as traduções e materiais técnicos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, pelas contribuições para minha prática docente.

Aos colegas do mestrado, em especial Dafne, Laís e Platão, pelas caronas carregadas de companheirismo, desabafos e troca de experiências.

Aos colegas de trabalho do NTM, Anderson, Cristina, Daiany, Iára, Jeanne, Lisiani e Maria Eloisa, pelo compartilhamento de ideias e remanejamento de materiais e horários que auxiliaram no andamento dessa pesquisa.

Ao Sander, pela gentileza de revisar esta dissertação.

À escola na qual essa pesquisa foi realizada, em especial à professora da turma, por todo o empenho para garantir a coleta de dados.

Aos alunos participantes da pesquisa, pela disposição em aprender, por cada gesto, palavra, ação, mostrando-se ativos durante todo o processo.

RESUMO

O presente estudo propõe-se responder à questão de investigação: Quais são as evidências de pensamentos matemáticos e como os alunos as expressam em atividades de programação envolvendo o conceito de ângulo? A pesquisa compreende um estudo de caso realizado com 16 alunos do 6º ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública municipal de São Leopoldo. Os alunos participaram de 11 encontros semanais, dentro da sua carga horária de aula, em que solucionaram situações variadas propostas pela pesquisadora e produziram um jogo. Todas as atividades foram desenvolvidas no Scratch, visando à compreensão do conceito de ângulo e de conceitos básicos de programação. Durante a realização das atividades, os alunos eram observados e entrevistados. As entrevistas foram inspiradas no método clínico, criado por Piaget, que busca auxiliar na compreensão do curso do pensamento dos sujeitos. Além disso, foram utilizados como material de análise vídeos das interações com os alunos, arquivos produzidos no Scratch e registros dos alunos em uma página na internet. A análise de dados está apoiada na Teoria dos Campos Conceituais proposta por Gérard Vergnaud e na busca por aproximações e distanciamentos na psicogênese das condutas cognitivas da criança em interação com o mundo do computador, observadas por Léa Fagundes. Os resultados apontam para evoluções na compreensão do conceito de ângulo, permitindo identificar fases e subfases nas quais os alunos apresentam seus esquemas em relação ao conceito de ângulo e apropriação da linguagem de programação do software.

Palavras-chave: Ângulo. Scratch. Esquemas. Educação Matemática. Programação. Teoria dos Campos Conceituais

ABSTRACT

The present study proposes to answer the research question: What are the evidences of mathematical thinking and how do the students express them in programming activities involving the angle concept? The research comprises a case study carried out with 16 students from 6th grade of elementary school in a public school in São Leopoldo. The students took part of 11 weekly meetings, within their class schedule, in which they solved varied situations proposed by the researcher and produced a game. All activities were developed in Scratch, aiming at understanding the concept of angle and basic programming concepts. During the activities, the students were observed and interviewed. The interviews were inspired in clinical method, created by Piaget, which seeks to assist them in understanding the course of the subjects' reasoning. In addition, videos of interactions with students, files produced in Scratch and student records on a web page were used as analysis material. Data analysis is supported by the Theory of Conceptual Fields proposed by Gérard Vergnaud and the search for similarities and differences in the psychogenesis of the cognitive behavior of the child in interaction with the computing world, observed by Léa Fagundes. The results point to evolutions in the understanding of the concept of angle, allowing us to identify phases and subphases in which the students present their schemas in concerning the concept of angle and appropriation of the software programming language.

Keywords: Angle. Scratch. Schemes. Mathematics Education. Programming. Theory of Conceptual Fields

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área do campo de forma poligonal.....	23
Figura 2: Comprimento e amplitude do ângulo.....	23
Figura 3: Ângulo convexo e ângulo côncavo.....	24
Figura 4: Ângulo - lado inicial e final.....	25
Figura 5: Ideia de raio	26
Figura 6: Situação inicial - giros	29
Figura 7: Situação inicial - imagens.....	30
Figura 8: Representação de ângulo como figura formada por duas semirretas	31
Figura 9: Representação de ângulo como região formada por duas semirretas	31
Figura 10: Giros de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e uma volta	32
Figura 11: Inclinação de um telhado	33
Figura 12: Ângulo como região	33
Figura 13: Atividades de descrição de trajetos.....	34
Figura 14: Interface do Scratch	39
Figura 15: Script no Scratch	40
Figura 16: Palco do Scratch	41
Figura 17: Tipos de blocos do Scratch	42
Figura 18: Blocos encaixados x blocos desencaixados	45
Figura 19: Programação paralela.....	46
Figura 20: Paint Editor.....	47
Figura 21: Interface do LOGO e comandos.....	49
Figura 22: Giro no Scratch	50
Figura 23: Procedimento para quadrado.....	51
Figura 24: Procedimento para desenhar triângulo equilátero.....	52
Figura 25: Procedimento para desenhar polígonos regulares.....	52
Figura 26: Polígono regular	53
Figura 27: Centro de rotação do sprite.....	53
Figura 28: Convenção de giro no Scratch	54
Figura 29: Sprite original X sprite utilizado na pesquisa.....	56
Figura 30: Sprite na sua posição inicial.....	67
Figura 31: Labirinto – conceitos ativados	68
Figura 32: Página inicial	84
Figura 33: Método de filmagem.....	85

Figura 34: Atividade Inicial	88
Figura 35:Desafio A.....	89
Figura 36: Desafio B.....	90
Figura 37: Cartão para marcar ângulos.....	91
Figura 38: Cartão usado no LOGO	91
Figura 39: Labirinto 1	92
Figura 40: Labirinto com bug.....	93
Figura 41: Labirinto com parte do algoritmo	94
Figura 42: Caminho 1	96
Figura 43: Caminho 2.....	96
Figura 44: Descrição aluno Y	102
Figura 45: Descrição da aluna Q.....	103
Figura 46: Descrição aluna W	103
Figura 47: Desafio A.....	106
Figura 48: Blocos desencaixados – aluno U	108
Figura 49: Algoritmo aluna W	109
Figura 50: Algoritmo do aluno K.....	110
Figura 51: Desafio B.....	113
Figura 52: Ângulo de 90° para a aluna W	115
Figura 53: Desafio do aluno O.....	116
Figura 54: Cartão para marcar ângulos.....	118
Figura 55: Labirinto 1	118
Figura 56: Produção do Aluno C	119
Figura 57: 360 no skate – parte 1.....	121
Figura 58: 360 no skate – parte 2.....	122
Figura 59: Cartões dos alunos Q e X	123
Figura 60: Cartão do aluno L.....	124
Figura 61: Programa de Q, U e R.....	126
Figura 62: Labirinto com bug.....	128
Figura 63: Programa original X Programas dos alunos Z, X e R.....	130
Figura 64: Aluno O imitando o gato.....	131
Figura 65: Programação original X Programação de O.....	131
Figura 66: Labirinto com parte do algoritmo	133
Figura 67: Estratégia da aluna W	135

Figura 68: Ideia de reversibilidade – aluno O.....	136
Figura 69: Jogo da aluna S	145
Figura 70: Jogo com bug da aluna W.....	146
Figura 71: Movimento do sprite segundo W	146
Figura 72: Jogo final de W	147
Figura 73: Posição do sprite no jogo de O	148
Figura 74: Jogo do aluno T.....	149
Figura 75: Jogo do aluno L.....	150
Figura 76: Caminho 1	152
Figura 77: Caminho 2.....	153
Figura 78: Aluna R utilizando o cartão	155
Figura 79: Algoritmo1 do aluno L	156
Figura 80: Marcações feitas pela aluna W	156
Figura 81: Algoritmo 2 do aluno O.....	157
Figura 82: Giro externo do aluno O	158
Figura 83: Correção de K	163
Figura 84: Algoritmos inicial X algoritmo final da aluna W.....	164
Figura 85: Algoritmos de Z	165
Figura 86: Correção do caminho 2 do aluno Y	166

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias de comandos e suas funções.....	42
Quadro 2: Giro dos sprites através do bloco aponte para a direção	55
Quadro 3: Trinca S, I, R do conceito de ângulo.....	71
Quadro 4: Fases e subfases – 1° Encontro.....	105
Quadro 5: Fases e subfases – 2° Encontro.....	112
Quadro 6: Fases e subfases – 3° Encontro.....	117
Quadro 7: Fases e subfases – 4° Encontro.....	127
Quadro 8: Fases e subfases – 5° Encontro.....	132
Quadro 9: Fases e subfases – 6° Encontro.....	138
Quadro 10: Fases e subfases – 7° Encontro.....	142
Quadro 11: Fases e subfases – 8° e 10° Encontro	151
Quadro 12: Fases e subfases – 9° Encontro.....	159
Quadro 13: Processo de descoberta do bug do aluno K.....	162
Quadro 14: Fases e subfases – 11° Encontro.....	167

LISTA DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
ENEM	Encontro Nacional de Educação Matemática
EVAM	Espaço Virtual de Aprendizagem e Multimídia
EVAM	Espaço Virtual de Aprendizagem e Multimídia
FIC	Frères de l'Instruction Chrétienne
FISL	Fórum Internacional de Software Livre
FTD	Frère Théophile Durand
NTM	Núcleo de Tecnologia Educacional Municipal
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
SBM	Sociedade Brasileira de Matemática
SIPEM	Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
WIE	Workshop de Informática na Escola

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
2 ÂNGULO.....	19
2.1 O conceito de ângulo sob diferentes pontos de vista.....	19
2.2 Ângulo nos livros didáticos.....	28
2.2.1 <i>Situação inicial</i>	29
2.2.2 <i>Definição</i>	30
2.2.3 <i>Ideias exploradas</i>	32
2.2.4 <i>Exercícios</i>	34
2.3 O ângulo no processo escolar.....	35
3 SCRATCH UM SOFTWARE A SER EXPLORADO.....	38
3.1 Interface e comandos do Scratch.....	39
3.1.1 <i>Palco</i>	41
3.1.2 <i>Paleta de blocos</i>	42
3.1.3 <i>Área de comandos</i>	44
3.1.4 <i>Lista de sprites</i>	46
3.1.5 <i>Paint Editor</i>	46
3.1.6 <i>Site</i>	47
3.2 O ângulo no Scratch.....	48
3.3 Trabalhos publicados que relacionam o Scratch e a Matemática.....	56
3.3.1 <i>Congresso Brasileiro de Informática na Educação</i>	56
3.3.1.1 <i>Resolução de problemas</i>	57
3.3.1.2 <i>Criação de jogos ou animações</i>	57
3.3.2 <i>Encontro Nacional de Educação Matemática</i>	58
3.3.2.1 <i>Resolução de problemas</i>	58
3.3.2.2 <i>Produção de jogos pelos alunos</i>	58
3.3.2.3 <i>Produção de jogos pelo professor</i>	59

3.3.2.4	<i>Habilidades que podem ser desenvolvidas</i>	59
3.3.2.5	<i>Minicurso</i>	59
3.3.3	<i>Banco de teses e dissertações da CAPES</i>	60
3.3.3.1	<i>Produção de jogos</i>	60
3.3.3.2	<i>Produção de jogos/animações pelo professor</i>	61
3.3.3.3	<i>Resolução de problemas</i>	61
4	BASES TEÓRICAS	63
4.1	A Teoria dos Campos Conceituais	63
4.2	Aproximações e distanciamentos	73
5	METODOLOGIA DE PESQUISA	79
5.1	Estudo de casos múltiplos	79
5.2	Coleta de dados	80
5.2.1	<i>A escola e sua reorganização para a pesquisa</i>	80
5.2.2	<i>Sujeitos da pesquisa</i>	81
5.2.3	<i>Método clínico</i>	82
5.2.4	<i>Página na internet</i>	83
5.2.5	<i>Filmagens e fotos</i>	85
5.2.6	<i>Atividades propostas aos alunos e registros</i>	86
5.3	Sequência de atividades	86
6	ANÁLISE DOS DADOS	98
6.1	1° Encontro: Escrevendo algoritmos	98
6.1.1	<i>Descrição do 1° Encontro</i>	99
6.1.2	<i>Análise do 1° Encontro</i>	100
6.2	2° Encontro: Conhecendo algoritmos	105
6.2.1	<i>Descrição do 2° Encontro</i>	106
6.2.2	<i>Análise do 2° Encontro</i>	108
6.3	3° Encontro: Conhecendo algoritmos	112

6.3.1	<i>Descrição do 3° Encontro</i>	113
6.3.2	<i>Análise do 3° Encontro</i>	114
6.4	4° Encontro: Identificando giros e trabalhando com labirintos	118
6.4.1	<i>Descrição do 4° Encontro</i>	119
6.4.2	<i>Análise do 4° Encontro</i>	120
6.5	5° Encontro: Corrigindo um bug na programação	127
6.5.1	<i>Descrição do 5° Encontro</i>	129
6.5.2	<i>Análise do 5° Encontro</i>	129
6.6	6° Encontro: Concluindo um algoritmo	133
6.6.1	<i>Descrição do 6° Encontro</i>	134
6.6.2	<i>Análise do 6° Encontro</i>	134
6.7	7° Encontro – Criando um jogo	139
6.7.1	<i>Descrição do 7° Encontro</i>	139
6.7.2	<i>Análise do 7° Encontro</i>	140
6.8	8° e 10° Encontro – Programando o jogo	143
6.8.1	<i>Descrição do 8° e 10° Encontro</i>	144
6.8.2	<i>Análise do 8° e 10° Encontro</i>	144
6.9	9° Encontro – Programando no papel	152
6.9.1	<i>Descrição do 9° Encontro</i>	154
6.9.2	<i>Análise do 9° Encontro</i>	154
6.10	11° Encontro: Testando algoritmos	160
6.10.1	<i>Descrição do 11° Encontro</i>	160
6.10.2	<i>Análise do 11° Encontro</i>	161
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	171
	REFERÊNCIAS	175
	APÊNDICE	182
	APÊNDICE A - Produto Técnico	182

APÊNDICE B – Carta de apresentação para a Direção da Escola.....	200
APÊNDICE C – Termo de Consentimento Informado.....	211

1 APRESENTAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA

A presente dissertação é resultado de uma pesquisa realizada em 2016, mas sua origem pode ser situada em um período anterior ao meu ingresso no mestrado.

Desde os primeiros anos como professora, procurava propor atividades em que os alunos vivenciassem a matemática, e nesse caminho estava o conceito de ângulo. O laboratório de informática da escola em que atuava nem sempre estava disponível; por isso, trazia para a sala de aula vivências semelhantes às experimentadas em um ambiente LOGO, acompanhadas pela observação de situações do dia a dia. As atividades variavam entre movimentar-se pela sala seguindo instruções dadas por um colega, dar giros de uma volta, meia-volta, traçar trajetos na rua, observar movimentos de objetos, pesquisar sobre os ângulos referentes às posições corretas para sentar, entre outras. Enfim, estudar ângulos envolvia trabalhar com giros, experimentos e observações, para que, progressivamente, as definições, notações e formas de medir fossem sistematizadas.

No Núcleo de Tecnologia Educacional Municipal (NTM) de São Leopoldo, onde atuo até hoje como formadora, participo anualmente do Fórum Internacional de Software Livre (FISL). Nesse evento, fui acompanhando o crescimento do uso de um software chamado Scratch para desenvolver trabalhos com programação e passei a me interessar por ele. Iniciei um período de apropriação pessoal do software criando animações; meu foco era compreender como ele funcionava e de que forma poderia ser utilizado.

Ao ingressar no mestrado, tinha a intenção de desenvolver minha pesquisa na linha de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na Educação Matemática, sem ter definido qual a ferramenta que utilizaria. Diante dessa dúvida e de leituras a respeito do tema de programação, iniciei pesquisas sobre o uso do Scratch em aulas de Matemática. Ao mesmo tempo em que lia sobre suas possibilidades de auxiliar na resolução de problemas, desenvolver conceitos matemáticos e de programação, não encontrava pesquisas com foco em observar a construção de um conceito matemático através do Scratch. Isso estimulou o desejo de investigar como o Scratch poderia contribuir para a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Numa primeira experiência com alunos do 9º ano realizando atividades de programação de labirintos, identifiquei que, mesmo tendo estudado o conteúdo de ângulo, os alunos não associavam o sistema de giro do Scratch aos seus

aprendizados anteriores. Nesse momento, tudo estava posto para a definição da pesquisa: tinha experiências práticas de sala de aula com ângulo que exigiam diferentes aspectos do conceito, o software estava definido e havia a dificuldade dos alunos que já tinham estudado ângulo na escola e não faziam relações durante a programação no software.

Todos esses fatores levaram à seguinte questão norteadora dessa pesquisa: **Quais são as evidências de pensamentos matemáticos e como os alunos as expressam em atividades de programação envolvendo o conceito de ângulo?**

A fim de auxiliar na busca por respostas a essa questão, foram traçadas as questões adicionais:

- Os códigos de programação indicam formas de pensar em matemática?
- Como os alunos expressam seus pensamentos em matemática durante a ação de programação?
- Atividades de programação favorecem a construção do conceito de ângulo?

Diante das questões definidas, foram delineados os objetivos:

- traçar relações entre conceitos de programação e a aprendizagem de Matemática;
- identificar nos códigos de programação elaborados pelos alunos possíveis formas de pensar matemática;
- elaborar um questionário guia – inspirado no método clínico – que auxiliasse o pesquisador acompanhar a forma de pensar dos alunos durante as atividades de programação;
- elaborar uma proposta didática em que os alunos pudessem explorar conceitos de ângulo e identificar possíveis contribuições do uso do Scratch para a aprendizagem de conceitos matemáticos.

A fase de pesquisa, seleção de materiais, planejamento e implementação deu origem a esse texto que está estruturado em sete capítulos. No capítulo 2, apresenta-se a definição de ângulo sob diferentes pontos de vista. O capítulo também contempla a análise de livros didáticos sobre o tema e um mapeamento do conceito de ângulo no processo escolar, através da consulta a planos de estudos de duas escolas da rede pública municipal na qual foi realizada a coleta de dados.

O capítulo 3 expõe o contexto em que o Scratch foi criado, apresenta ao leitor sua interface e os principais comandos utilizados durante a coleta de dados e destaca como o conceito de ângulo está presente no software. No final do capítulo, são descritos trabalhos que inspiraram essa pesquisa por terem como tema de estudo o Scratch enfatizando a matemática. Eles foram selecionados a partir de pesquisas em anais de eventos da área da informática e da educação matemática e no banco de teses e dissertações da CAPES.

O capítulo 4 abrange o referencial teórico que deu suporte à análise dos dados coletados. A Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud foi escolhida como referencial por ter como fonte de estudo a construção de conceitos matemáticos. A tese de doutorado de Léa Fagundes, que retrata a psicogênese das condutas cognitivas da criança em interação com o mundo do computador, foi considerada para a análise de dados devido às aproximações com essa pesquisa permitindo identificar possíveis compreensões dos alunos enquanto interagem com o software.

O capítulo 5 expõe a metodologia utilizada para a realização da coleta de dados, que se enquadra em um estudo de casos múltiplos. Neste capítulo, descreve-se o material utilizado para auxiliar na coleta de dados, evidenciando o método clínico de Jean Piaget, que serviu de inspiração para guiar as entrevistas e observações na tentativa de auxiliar a compreensão do pensamento dos alunos. A sequência didática utilizada com os sujeitos da pesquisa também se encontra nesse capítulo.

É no capítulo 6 que estão os dados coletados e sua respectiva análise. Os dados estão apresentados a partir da descrição dos encontros realizados com os sujeitos e uma posterior análise de cada um, pautada no referencial teórico. A cada encontro, foram identificadas fases e subfases que indicam possíveis compreensões dos alunos a respeito do conceito de ângulo e da linguagem de programação do software.

No capítulo 7 são feitas as considerações finais dessa pesquisa e apontados possíveis caminhos para estudos futuros.

No apêndice A está o produto didático dessa dissertação, que compreende um material didático disponibilizado à comunidade. Esse produto também está disponível *online* em uma página wiki. Os apêndices B e C contêm os documentos de apresentação da pesquisa à escola e o modelo de autorização de participação da pesquisa assinado pelos pais dos sujeitos.

Desejo ao leitor uma boa leitura!

2 ÂNGULO

Ao ouvir a palavra ângulo, algumas pessoas tendem a lembrar-se de um conceito que é utilizado somente na escola em aulas de Matemática. Esse conceito, entretanto, também está presente em situações do dia a dia, como o posicionamento correto da coluna ao sentar-se em frente ao computador, nos giros realizados pelos ponteiros do relógio, no movimento de abrir e fechar de uma tesoura, entre outras.

Tomando como base a diversidade de situações em que a noção de ângulo pode estar inserida, propõe-se nesse capítulo apresentar diferentes definições, trazendo como referência livros de geometria. Além disso, faz-se uma análise de como o conceito é abordado nos livros didáticos do 6º ano e, por fim, observam-se os planos de ensino do Ensino Fundamental na perspectiva de identificar momentos na vida escolar em que este conceito é contemplado.

O foco deste capítulo não está na busca por uma definição correta, mas sim na apresentação de diferentes pontos de vista a respeito desse conceito que variam de acordo com as concepções metodológicas de quem escreve e com o período histórico em que estão inseridos. Nesse sentido, essas distintas definições tendem a auxiliar na reflexão sobre como o conceito de ângulo é trabalhado na escola e de que forma o professor pode contribuir para sua construção de forma significativa.

2.1 O conceito de ângulo sob diferentes pontos de vista

Ao analisar definições de ângulo em livros de geometria e matemática de períodos históricos distintos, Vianna e Cury (2001) identificaram formas diferentes de expressá-las. Essa variação também está relacionada, segundo os autores, com o tipo de definição que se quer expressar. Em uma análise sobre o que é definir, os autores demonstram a existência de concepções diferentes de definição e, dentre essas, adotam aquela segundo a qual definir equivale a restringir o uso de um termo ao contexto em que será aplicado. Nesse sentido, afirmam que “não existiria uma ‘essência’, um significado ‘correto’ e aplicável a todas as significações para a palavra ângulo.” (VIANNA; CURY, 2001, p. 31).

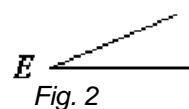
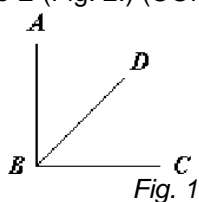
Vianna e Cury (2001) apontam que uma definição deve: estar em relação apenas com o objeto que define; ser clara e concisa; não recorrer àquilo que pretende definir; não ser negativa quando pode ser afirmativa. Observando esses elementos,

os autores acreditam que quase todas as definições apresentariam algum problema e que pensar nos objetivos, o público alvo para o qual a definição foi escrita, também deveria ser levado em consideração durante uma análise. Portanto, decidir se uma definição é correta é um assunto delicado que envolve consulta a autoridades na área, cuidado com as regras e avaliação do contexto em que ela está inserida (VIANNA; CURY, 2001).

Partindo desse pressuposto, essa seção busca trazer diferentes autores e suas definições para ângulo com o intuito de identificar semelhanças e/ou diferenças, observando o contexto em que elas foram propostas. Os livros utilizados nessa seção estão localizados na biblioteca setorial do Instituto de Matemática e Estatística do Campus do Vale da UFRGS e o critério adotado para a escolha foi a diversidade na forma de definir ângulo. Os conceitos expostos nessa pesquisa tomarão como base apenas a Geometria Euclidiana Plana, por ser esta a geometria abordada na Educação Básica.

O livro *Os Elementos* é considerado um dos livros mais importantes para a matemática e outras ciências, pois nele Euclides reúne descobertas suas e de sua época relativas à geometria, álgebra e teoria dos números. As descobertas são fruto da observação da natureza e da resolução de problemas cotidianos. A obra completa é composta por 13 livros escritos por volta de 300 a.C.; há diversas adaptações do livro de Euclides, sendo uma das mais conhecidas a do Italiano Commandino, traduzida para vários idiomas. A definição de ângulo está no primeiro livro e, na adaptação de Commandino, consta da seguinte forma:

Ângulo plano retilíneo é a inclinação recíproca de duas linhas retas, que se encontram, e não estão em direitura uma com outra. Se alguns ângulos existirem no mesmo ponto B (Fig. 1.), cada um deles vem indicado com três letras do alfabeto; e a que estiver no vértice do ângulo, isto é, no ponto, no qual se encontram as retas que formam o ângulo, põe-se no meio das outras; e destas uma está posta perto de uma das ditas retas, em alguma parte, e a outra perto da outra linha. Assim o ângulo feito pelas retas AB, CB representará-se-á com as letras ABC, ou CBA; o ângulo formado pelas retas AB, DB, com as letras ABD, ou DBA; e o ângulo que fazem as retas DB, CB, com as letras DBC, ou CBD. Mas se um ângulo estiver separado de outro qualquer, poder-se-á marcar com a mesma letra, que estiver no vértice, como o ângulo no ponto E (Fig. 2.) (COMMANDINO, 1944, p. 4-5)



A noção de inclinação entre retas à qual o autor se refere é uma das ideias que podem ser associadas a ângulo. Outro ponto a ser destacado se refere à nomenclatura ângulo plano retilíneo, que reforça o fato de que ele é formado especificamente por linhas retas e, portanto, refere-se ao termo ângulo utilizado atualmente. A definição descrita por Euclides e adaptada por Commandino considera as definições anteriores de ponto, reta e plano; essa sequência lógica é adotada em toda a sua obra, onde uma definição é formulada a partir de definições, axiomas e proposições já demonstradas anteriormente. Essa estrutura lógica é denominada de método axiomático e foi a que mais influenciou o ensino e a forma de se fazer ciência (BARBOSA, 2000), como poderá ser observado nas próximas definições.

O livro “Geometria Elementar” (FTD, 1924) traz uma sequência de definições, entre elas a de ângulo como “[...] a abertura formada por duas rectas que partem do mesmo ponto. Lados de um ângulo são as retas que o formam. Vértice é o ponto comum a essas rectas.” (FTD, 1924, p. 8). A associação de ângulo à abertura entre duas retas é uma noção utilizada por outros livros dessa época e que pode remeter a algo estático. Em virtude disso, os autores trazem uma explicação intitulada geração de ângulos considerando assim a ideia de giro; nela consta que um ângulo é gerado pelo movimento de uma reta móvel que inicialmente está sobre uma fixa, e a reta móvel vai se elevando e girando em torno do vértice ao qual uma de suas extremidades está fixada. Quanto à grandeza de um ângulo, destaca-se que a sua medida está relacionada ao afastamento dos lados e não ao comprimento destes. A obra é editada pela *Frère Théophane Durand* (FTD), que pertencia à Congregação Marista. Os autores não são citados, mas sabe-se que nessa época esses livros eram produzidos pelos irmãos da congregação que tinham formação francesa e, muitas vezes, adaptavam obras do seu país para a realidade educacional brasileira da época: preparar para os exames de admissão das escolas superiores (BARONE, 2008).

Outra fonte consultada é a obra francesa *La Géométrie: à l'École Primaire Supérieure et au Cours Complémentaire* (BOUCHENY; GUÉRINET, 1920). Os autores afirmam que ângulo é “a figura formada por duas semirretas a partir de um mesmo ponto chamado vértice do ângulo; as duas semirretas são chamadas de lados do ângulo.”¹ (BOUCHENY; GUÉRINET, 1920, p. 14, tradução nossa). A noção de ângulo associada à figura formada por duas semirretas remete a uma ideia mais

¹ “[...] la figure formée par deux demi-droites issues d'un même point appelé sommet de l'angle; les deux demi-droites sont appelées les côtés de l'angle.”

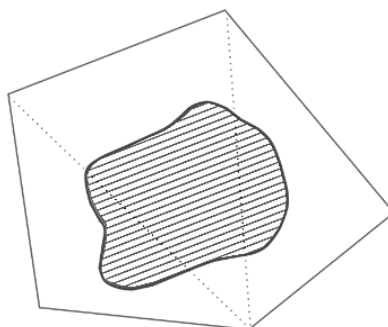
completa do que a de abertura por dar uma ideia do todo formado pelas duas semirretas, porém nos exemplos consideram apenas uma das regiões formadas pelas retas. A definição dos franceses é muito semelhante àquela publicada no livro didático brasileiro da década de 20 descrita anteriormente; essa semelhança pode estar relacionada à origem francesa da congregação responsável pela autoria do livro.

A obra de *Frères de l'Instruction Chrétienne* (FIC, 1964) faz uma referência à nomenclatura utilizada por Euclides e define que “um ângulo retilíneo é formado por duas retas que partem do mesmo ponto. Estas duas linhas são os lados do ângulo e a sua intersecção é o vértice do mesmo ângulo.” (FIC, 1964, p. 5). A explicação dada considera novamente a ideia de abertura de retas como algo estático. Adiante trata da grandeza que é medida pela abertura e não pelo tamanho das retas, além de indicar que ângulo retilíneo também pode ser denominado de ângulo. A obra de FIC consultada é a 17ª edição da publicação do final do século XIX, traduzida e adaptada pelo professor Eugênio de Barros Raja Gabaglia. Esse livro faz parte da coleção de livros da congregação francesa *Frères de l'Instruction Chrétienne* (FIC) que era indicada nos programas de ensino do Colégio Pedro II pelo menos até 1930 (VALENTE, 2007). Destaca-se que os programas do Pedro II eram referência de ensino do Brasil; nesse período, enfatizavam-se as definições e extensas listas de exercícios com o intuito de preparar os alunos para os exames conclusivos do secundário.

As definições expressas por FTD (1924), Boucheny e Guérinet (1920) e FIC (1964) demonstram uma preocupação com um ensino de Geometria mais dedutivo, que priorizava a apresentação de definições e notações que seguem uma ordem lógica para posterior resolução de exercícios. Fazem referência às ideias de Euclides e seu método axiomático, priorizando o que era necessário na época, a memorização de definições.

Uma abordagem mais diferenciada das demais foi encontrada na publicação de Castelnuovo (1966). Essa referência italiana inicia o assunto não trazendo diretamente a definição ou um desenho, mas uma discussão a respeito de como obter um polígono igual a outro. O problema trata de calcular a área de um campo de forma poligonal, porém não é possível dividi-lo em triângulos devido à presença de um bosque no centro, conforme ilustra a figura 1.

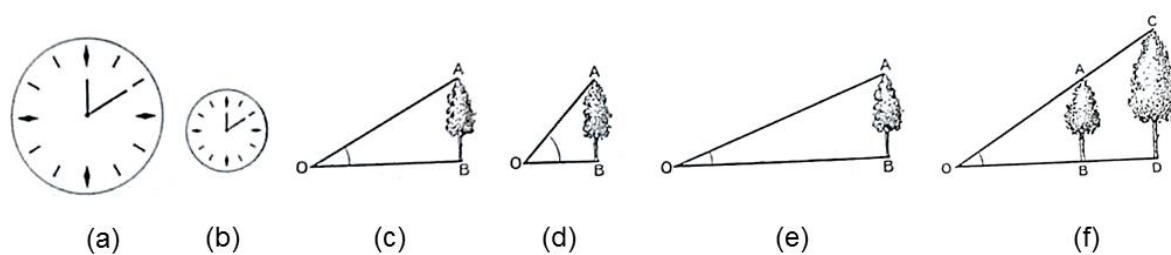
Figura 1: Área do campo de forma poligonal



Fonte: Castelnuovo, 1966, p. 60

Desta forma, a autora sugere a construção de uma figura igual, discutindo a necessidade de saber, além das medidas dos lados, a medida dos ângulos internos da figura. A ideia de ângulo vai sendo apresentada com exemplos de nomenclatura e de aberturas de um compasso, destacando que “a amplitude de um ângulo pode variar, ainda que permaneça constante a longitude de seus lados.”² (CASTELNUOVO, 1966, p. 62, tradução nossa). Essa discussão a respeito do comprimento do lado e a amplitude do ângulo segue com as imagens da figura 2.

Figura 2: Comprimento e amplitude do ângulo



Fonte: Castelnuovo, 1966, p. 63

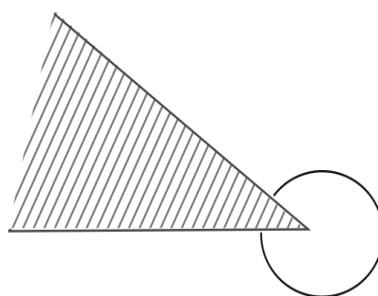
As imagens 2a e 2b mostram que o ângulo formado pelos ponteiros de cada relógio permanece o mesmo apesar da diferença de tamanho dos relógios. As imagens 2c, 2d e 2e tratam do ângulo de visão de uma pessoa ao observar uma árvore; essas figuras fazem suposições de afastamento ou aproximação do observador em relação à árvore que influenciam no ângulo de visão do observador. A imagem 2f demonstra que duas árvores alinhadas podem ser vistas pelo observador

² “La amplitud de un ángulo puede variar, aunque permanezca constante la longitud de sus lados.”

a partir de um mesmo ângulo, ainda que uma esteja mais afastada da outra. Os exemplos expostos pela autora demonstram de formas variadas a relação entre tamanho dos lados e ângulo, trazendo para a discussão assuntos do dia a dia.

Castelnuovo define ângulo como “[...] a figura formada por duas semirretas que têm a mesma origem.”³ (CASTELNUOVO, 1966, p. 63, tradução nossa). Indo além dessa definição, a autora apresenta a distinção entre ângulo convexo e côncavo conforme ilustra a figura 3.

Figura 3: Ângulo convexo e ângulo côncavo



Fonte: Castelnuovo, 1966, p. 64

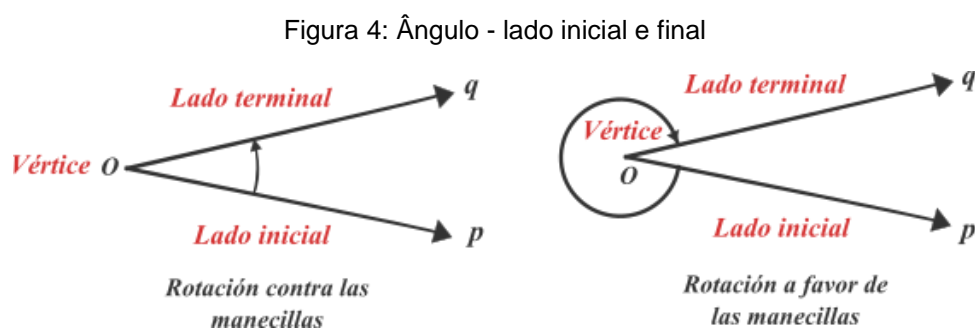
Na figura 3, a autora observa que ângulo convexo se refere à parte hachurada, enquanto a outra corresponde ao ângulo côncavo; diante da ilustração, admite que geralmente se dá destaque aos ângulos convexos, ou seja, ângulos que possuem medida inferior a 180° . A ideia de figura associada à definição de Castelnuovo (1966) traz um elemento a mais, o destaque aos dois ângulos formados pelas semirretas. A autora traz uma abordagem diferenciada dos demais autores até agora expostos, buscando a compreensão através de associações ligadas ao dia a dia, propondo um ensino de geometria mais construtivo do que dedutivo e valorizando a investigação (VALENTE, 2008). As pesquisas de Castelnuovo sobre um ensino de Geometria mais experimental e intuitivo influenciaram o professor Osvaldo Sangiorgi em sua produção didática, que trazia uma abordagem moderna; essa produção era referência para o Movimento da Matemática Moderna no Brasil (VALENTE, 2008).

Outra obra que faz referência ao método moderno é *Álgebra Moderna*, de Dolciani, Berman e Freilich (1967). Os autores trazem um capítulo com problemas que envolvem equações e desigualdades; entre esses estão problemas relativos a ângulos. Antes desses problemas serem apresentados, afirmam que

³ “[...] la figura formada por dos semirectas que tienen el mismo origen.”

A figura composta por dois raios traçados a partir de um ponto, junto com a rotação que leva um raio até o outro, se chama ângulo dirigido. A rotação contrária ao sentido dos ponteiros do relógio origina um ângulo dirigido positivo, enquanto que a rotação em direção oposta origina um ângulo dirigido negativo. O raio p é o lado inicial do ângulo e o raio q é o lado final. O ponto O é o vértice do ângulo. (DOLCIANI; BERMAN; FREILICH, 1967, p. 173, tradução nossa).⁴

Os autores antecedem a definição acima com a ilustração mostrada na figura 4.



Fonte: Dolciani, Berman e Freilich, 1967, p. 172

Observa-se que os autores trazem a ideia de ângulo como um giro que tem início e fim, comparando-o com os giros dos ponteiros do relógio. Após essa definição inicial, eles apresentam ângulos complementares e suplementares, e seguem-se problemas que fazem referência ao cálculo do suplemento ou complemento de um ângulo.

No livro consta um capítulo sobre geometria, e nele há a seguinte definição para ângulo:

Um ângulo é um conjunto de pontos que consiste em dois raios procedentes do mesmo ponto. O ponto é chamado de vértice do ângulo e os raios são chamados de lados. Qualquer dos raios pode ser chamado de lado inicial e o outro é o raio final ou lado final. (DOLCIANI; BERMAN; FREILICH, 1967, p. 498, tradução nossa)⁵.

⁴ “La figura compuesta por los dos rayos trazados desde un punto, junto con la rotación que lleva un rayo hasta el otro, se llama ángulo dirigido. La rotación contraria al sentido de las manecillas del reloj origina un ángulo dirigido positivo, en tanto que la rotación en sentido opuesto origina un ángulo dirigido negativo. El rayo p es el lado inicial del ángulo y el rayo q es el lado terminal. El punto O es el vértice del ángulo.”

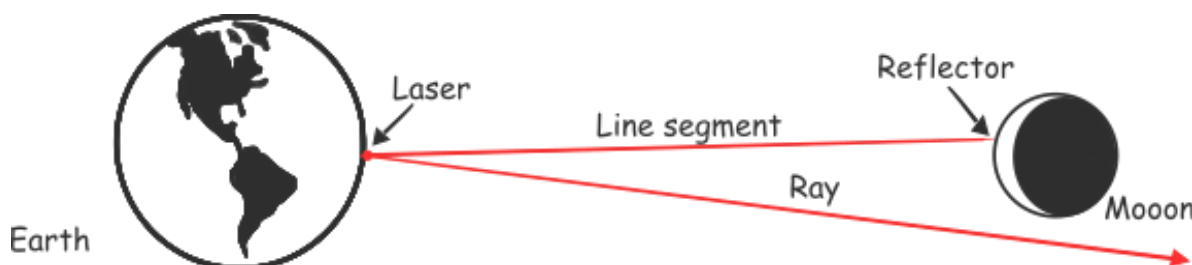
⁵ “Un ángulo es un conjunto de puntos que consiste en dos rayos procedentes del mismo punto. El punto se llama el vértice del ángulo y los rayos se llaman dos lados. Cualquiera de los rayos puede llamarse rayo inicial o lado inicial y el otro es el rayo terminal o lado terminal.”

A definição desses autores traz a ideia de raio, em vez de semirretas, e de giro. A definição expressa através de um giro não foi constatada nas obras anteriores, no livro da FTD (1924), o giro é apresentado separado da definição.

Uma das autoras do livro *Álgebra Moderna*, Mary P. Dolciani, foi uma professora influente nos Estados Unidos no desenvolvimento do método moderno; publicou vários livros e obteve reconhecimento por seu trabalho e dedicação como professora. Em 1982 Dolciani criou uma fundação nos Estados Unidos para apoiar a aprendizagem e o ensino de Matemática e Estatística⁶.

A obra de Harold Jacobs (1987) associa a geometria a fatos curiosos em que a matemática está inserida. Antes de definir ângulo, o autor explica que a distância da Terra até a lua é uma distância conhecida desde antes de Cristo, mas que, com os anos, essa medida foi se tornando mais precisa. Hoje, a precisão é garantida por um feixe de laser que parte da Terra e vai até a lua, e esse feixe representa um segmento de linha. Caso esse feixe fosse irradiado para longe da lua, afastando-se infinitamente, ele daria a ideia de um raio, que, diferentemente do segmento, tem apenas uma extremidade. A figura 5 ilustra a associação feita pelo autor.

Figura 5: Ideia de raio



Fonte: Jacobs, 1987, p. 85

Partindo dessa situação, o autor determina o que é reta e segmento de reta. De posse dessa definição, Jacobs afirma que dois raios que têm a mesma extremidade formam um ângulo e, conseqüentemente, define que “um ângulo é um par de raios que têm o mesmo ponto final. Os raios são chamados os lados do ângulo, e seu ponto de extremidade comum é chamado o vértice do ângulo.”⁷ (JACOBS, 1987, p. 85, tradução nossa). Identifica-se que o autor traz uma definição semelhante a

⁶ The Mary P. Dolciani Mathematics Learning Center - <http://www.hunter.cuny.edu/dolciani/home>

⁷ “An angle is a pair of rays that have the same endpoint. The rays are called the sides of the angle, and their common endpoint is called the vertex of the angle.”

outras, associando-a a duas semirretas que possuem a mesma origem, porém por meio de uma situação que conduz o leitor para um problema real. Harold Jacobs é um professor de Matemática muito respeitado internacionalmente com publicações na área da álgebra e geometria. Possui prêmios por sua atuação como professor e é considerado um professor de excelência no ensino de Matemática⁸.

Optou-se também por consultar um dos livros da Coleção do Professor de Matemática publicado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), que tem como objetivo resgatar o método axiomático de Euclides e torná-lo mais acessível (BARBOSA, 2000). A definição é proposta da seguinte forma: “Chamamos de ângulo a figura formada por duas semirretas com a mesma origem. As semirretas são chamadas de lados do ângulo e a origem comum, de vértice do ângulo.” (BARBOSA, 2000, p. 22). A definição utilizada pelo autor se aproxima daquela proposta por Euclides; além disso, está acompanhada de um conjunto de axiomas, proposições, teoremas e exercícios seguindo uma sequência lógica e dedutiva.

A obra de Barbosa (2000) quer conduzir o leitor novamente à Geometria de Euclides, que durante alguns anos era relegada ao final do curso e quase sempre não era ensinada. Carmo (1999), no prefácio da obra de Barbosa (2000), apresenta o motivo desse afastamento:

Isto devia-se em parte às dificuldades próprias do assunto e em parte a uma certa influência da então chamada 'matemática moderna' que, embora utilizando a axiomática em outros tópicos, propugnava a eliminação da Geometria de Euclides no ensino básico. (CARMO, 1999, XXX).

A busca por uma definição também pode partir de uma consulta a dicionários, nesse caso específico a um dicionário de matemática. Escolheu-se um dicionário que traz uma definição que enfatiza o ângulo como uma rotação:

Uma configuração de duas linhas (os lados dos braços) que se encontram em um ponto (o vértice). Frequentemente, o ângulo é considerado como a medida da rotação envolvida no movimento de um eixo inicial para coincidir com outro eixo final (denominado ângulo de direção). Se a quantidade e o sentido da rotação forem especificados, o ângulo é um ângulo de rotação e é positivo se medido no sentido anti-horário e negativo se no sentido horário.⁹ (GJERTSEN et al., 2003, p. 11-12, tradução nossa)

⁸ Fonte de informação <https://www.masterbooks.com/harold-jacobs>

⁹ “A configuration of two lines (the sides of arms) meeting at a point (the vertex). Often an angle is regarded as the measure of the rotation involved in moving from one initial axis to coincide with another final axis (termed a direction angle). If the amount and sense of the rotation are specified the angle is a

As definições que compuseram essa seção tinham por objetivo mostrar as diferentes definições de ângulo e o quanto os modos como são apresentadas estão atrelados ao período histórico e às concepções de ensino a elas vinculadas. Identifica-se que o método axiomático de Euclides, foi seguido no Brasil desde a criação da disciplina de Geometria, o que fica mais evidente em algumas definições. Nesse sentido, identifica-se que o contexto em que as definições estão inseridas traz mudanças significativas na forma de apresentar o conceito, nos exemplos e na linguagem adotada pelo autor.

A partir das definições expostas, podem-se identificar três definições de ângulo: duas semirretas que têm a mesma origem, figura formada por duas semirretas de mesma origem e giro de uma semirreta que está sobre outra de mesma origem. Essas ideias servirão como base para observar como os livros didáticos adotados pelas escolas de Ensino Fundamental definem ângulo.

2.2 Ângulo nos livros didáticos

Essa seção é dedicada à análise de como o conceito de ângulo é abordado pelos livros didáticos. Os livros que compõem essa seção foram escolhidos a partir do conjunto de livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2014 (BRASIL, 2013), e o período ao qual se referem esses livros é o mesmo em que foi publicado o livro utilizado pela turma de 6º ano com a qual a experiência didática dessa pesquisa foi realizada. Dentre o conjunto de livros que fazem parte do PNLD 2014 e que pertencem as bibliotecas das escolas da rede municipal de São Leopoldo, optou-se por cinco deles que se diferenciam dos demais pela forma como a definição de ângulo é apresentada bem como o tipo de atividades e situações que são propostas. Além desses, o livro utilizado pelos alunos que participaram da experiência didática também faz parte dessa análise.

A análise será dividida em quatro etapas, apresentadas em forma de seção, nas quais os livros serão agrupados em cada etapa conforme a semelhança dos elementos que a compõem. As seções e seus respectivos conteúdos são:

rotation angle, and is positive if measured in an anticlockwise sense and negative if in a clockwise sense.”

- situação inicial – expõe a primeira situação proposta para iniciar o estudo de ângulos;
- definição – contém as definições presentes nos livros didáticos;
- ideias exploradas – identifica as ideias principais relacionadas a ângulo, como giro, inclinação, abertura e região, que são destacadas nas obras;
- exercícios – descreve o tipo de atividades propostas aos alunos.

Os livros escolhidos para a análise são:

Matemática (BIANCHINI, 2011) – livro utilizado pelos sujeitos da pesquisa.

Matemática (IMENES; LELLIS, 2012)

Praticando matemática (ANDRINI; VASCONCELLOS, 2012)

Projeto Araribá (EDITORA MODERNA, 2010)

Projeto Teláris: Matemática (DANTE, 2012)

Vontade de saber Matemática (SOUZA; PATARO, 2012)

2.2.1 Situação inicial

Todos os livros analisados apresentam a descrição de alguma situação para introduzir a ideia de ângulo relacionando-o com a realidade.

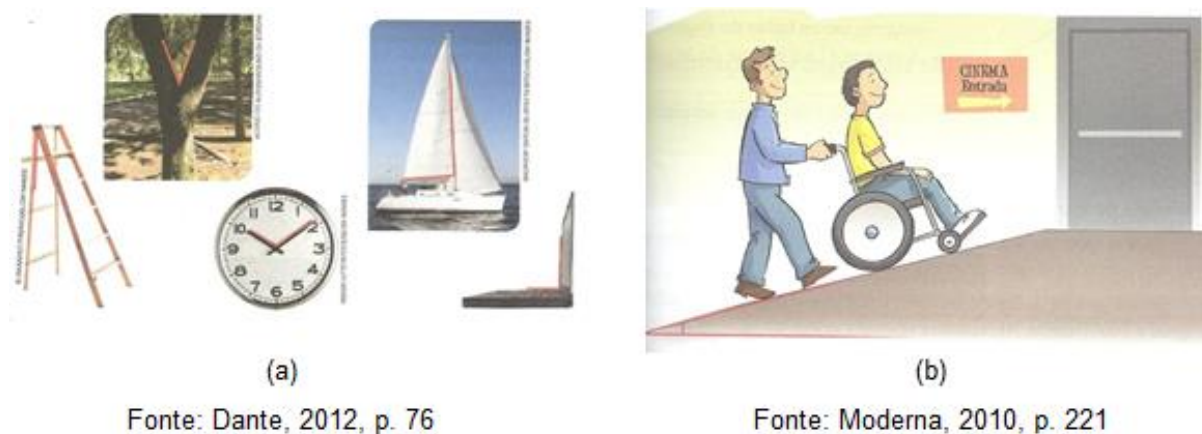
O grupo composto pelas obras de Bianchini (2011), Souza e Pataro (2012) e Imenes e Lellis (2012) traz exemplos que tratam de giros de objetos a partir de uma posição inicial. Os autores apresentam situações como os movimentos realizados pelos ponteiros de um relógio, que, ao girarem, formam uma abertura (figura 6a) e giros de algum personagem/objeto identificando o quanto de uma volta ele girou (figura 6b).

Figura 6: Situação inicial - giros



O outro grupo é formado por Andrini e Vasconcellos (2012), Dante (2012) e Editora Moderna (2010), que apresenta imagens destacando ângulos, como se pode visualizar nas figuras 7a e 7b.

Figura 7: Situação inicial - imagens



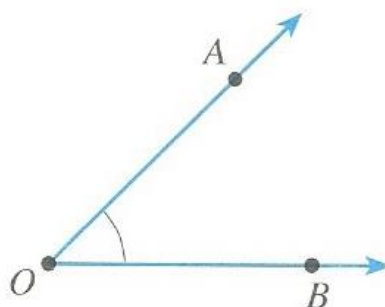
Nota-se que o primeiro grupo trabalha com o movimento levando o leitor a identificar os giros, enquanto o segundo grupo traz imagens estáticas, destacando lugares em que há ângulos.

2.2.2 Definição

Dentre os livros analisados, apenas um deles, Souza e Pataro (2012), não traz uma definição explícita de ângulo, apenas associa ângulo a situações reais de giro e aberturas. As partes do ângulo são nomeadas como vértice e lado, sem usar nomenclaturas de ponto, reta e semirreta, e a notação também é mostrada (por exemplo, $A\hat{O}B$). Observando o livro, nota-se que, após a seção de ângulo, há uma que apresenta ponto, reta e plano; pode-se supor que esse seja o motivo de os lados não estarem nomeados como semirretas e ele não conter a definição.

A definição de quatro autores está relacionada à abertura de semirretas, incluindo a notação e identificação dos lados e vértices. Duas das obras consideram que ângulo “é a figura formada por duas semirretas de mesma origem.” (BIANCHINI, 2011, p. 128; DANTE, 2012, p. 76), destacando em sua representação gráfica o ângulo interno, conforme expresso pela figura 8.

Figura 8: Representação de ângulo como figura formada por duas semirretas



Fonte: Bianchini, 2011, p. 128

Bianchini é o único autor desse grupo que também menciona que há duas aberturas e que é preciso observar qual delas está sendo considerada.

Os outros dois autores que relacionam ângulo à abertura de duas semirretas afirmam que elas dividem o plano em duas regiões. Assim, eles definem que “ângulo é a união de duas semirretas de mesma origem em um plano com uma das regiões determinadas por elas.” (MODERNA, 2010, p. 222) e ainda que, “quando traçamos no plano duas semirretas de mesma origem, como você vê na representação a seguir, separamos o plano em duas regiões. Cada uma dessas regiões é um ângulo.” (ANDRINI; VASCONCELLOS, 2012, p. 136). Essas definições estão acompanhadas da representação gráfica que também reforça a ideia de dois ângulos e estão ilustradas pelas figuras 9a e 8b.

Figura 9: Representação de ângulo como região formada por duas semirretas



(a) Fonte: Andrini; Vasconcellos, 2012, p.136 (b) Fonte: Moderna, 2010, p.222

Imenes e Lellis (2012) não trazem uma definição propriamente dita, mas no final do capítulo encontra-se um resumo no qual consta o seguinte: “[...] giros se

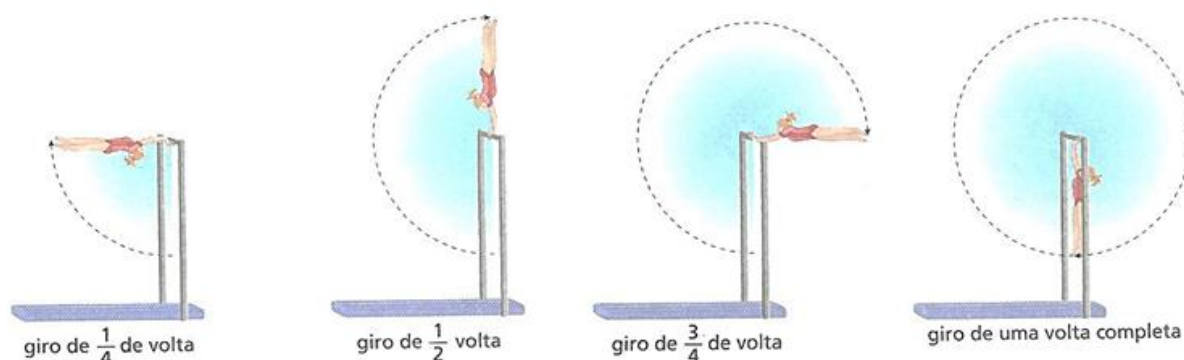
relacionam com ângulos. A medida de um ângulo é a medida do giro que um dos lados dá até cair sobre o outro.” (IMENES;LELIS, 2012, p. 99).

As definições propostas pelos autores analisados são semelhantes às descrições da seção anterior. Os autores de ambas as seções representam graficamente, demonstram a notação e as “partes” do ângulo. Outra semelhança está em relação ao segundo ângulo; dentre os que o consideraram isso se nota apenas na definição, pois as demais atividades do capítulo não o mencionam.

2.2.3 Ideias exploradas

Todas as obras analisadas associam ângulo a giro. Se isso não é feito na introdução, é demonstrado em outros exemplos e em subseções específicas onde esse tema é abordado. São apresentados elementos girando associados a situações reais, geralmente destacando uma volta completa, $\frac{1}{2}$ volta e $\frac{1}{4}$ de volta. As ilustrações contidas na figura 10 são exemplos disso.

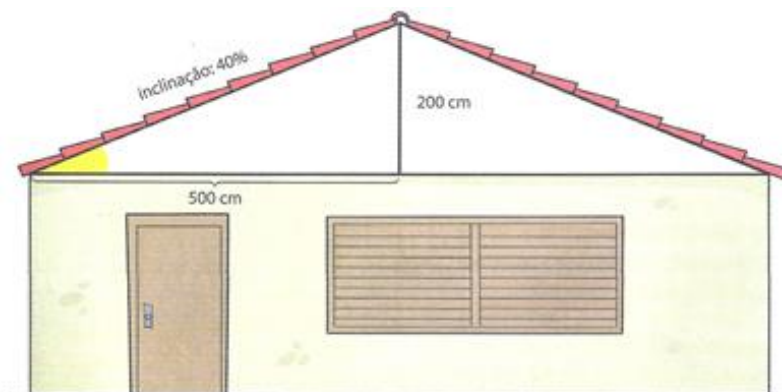
Figura 10: Giros de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e uma volta



Fonte: Bianchini, 2011, p. 129

Dois autores, Editora Moderna (2010) e Souza e Pataro (2012), apresentam também a ideia de inclinação associada a ângulo. Há questionamentos relacionando a medida do ângulo com a inclinação de uma rampa, ou seja, quanto maior o ângulo, mais inclinada será a rampa. Editora Moderna (2010) vai além disso, trazendo a ideia de tangente e calculando a porcentagem de inclinação de um telhado, conforme mostra a figura 11.

Figura 11: Inclinação de um telhado



Nesse telhado, a inclinação é: $\frac{200}{500} = \frac{40}{100} = 40\%$. Essa inclinação significa que a cada 100 cm (1 metro) na horizontal, temos 40 cm na vertical. Ela é equivalente a um ângulo de aproximadamente 22° (destacado em amarelo).

Fonte: Editora Moderna, 2010, p. 225

Andrini e Vasconcellos (2012) e Editora Moderna (2010) se referem a ângulo também como uma abertura de duas semirretas, e para isso associam-no a imagens que refletem essa ideias como a de uma tesoura aberta, escada, entre outras. Observando esses exemplos, verifica-se que os autores destacam o estado final dos objetos afirmando que “as pontas de uma tesoura aberta formam entre si um ângulo” (ANDRINI; VASCONCELLOS, 2012, p. 135). Se for considerado o movimento efetuado pelas pontas, elas também representam um giro.

A ideia de região associada a ângulo já foi citada nas definições, porém Editora Moderna (2010) é o único autor que destaca isso em seus exemplos. Para isso, utiliza o desenho de um plano associado a um cruzamento de ruas, conforme a figura 11.

Figura 12: Ângulo como região



O cruzamento de duas ruas dá ideia de ângulo.

Fonte: Editora Moderna, 2010, p. 221

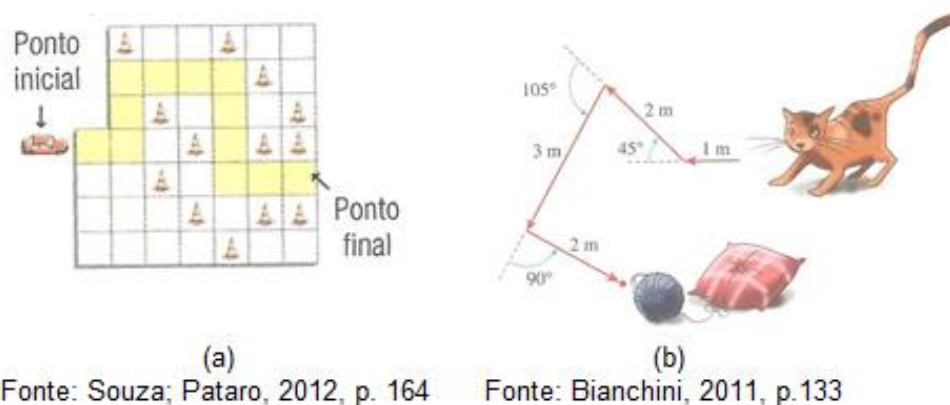
Andrini e Vasconcellos (2012), que também associam ângulo a região em sua definição, apenas representam essa região com desenhos de semirretas em que ela está hachurada.

As ideias associadas a ângulo pelos autores analisados nessa seção também foram apresentadas pelos autores da seção anterior. O diferencial nos autores dessa seção são as representações gráficas e os exemplos associados ao dia a dia, que nem sempre eram explorados.

2.2.4 Exercícios

Os exercícios presentes nos livros didáticos variam entre escrever a notação dos ângulos representados graficamente, classificar ângulos de acordo com suas medidas em agudo, reto e obtuso, medir ângulos com transferidor e identificar quanto de uma volta um objeto girou. Também se encontrou em todas as obras algum exercício que se refere à descrição de um trajeto: ou a descrição é fornecida e o aluno deve identificar a localização final do personagem, ou se solicita que o aluno descreva o trajeto. Em todas essas situações, o que é mais explorado é o ângulo de 90° ou $\frac{1}{4}$ de volta (figura 13a), juntamente com a ideia de sentido e a de direção, dadas pelo como e quanto andar e para qual direção e quantidade de passos. Apenas Bianchini (2011) traz um trajeto em que os ângulos não são retos (figura 13b).

Figura 13: Atividades de descrição de trajetos



Encontrou-se em duas obras analisadas, Imenes e Lellis (2012) e Andrini e Vasconcellos (2012), alguma atividade que faz referência ao tamanho do desenho e

ao ângulo representado por ele. Os autores usam a mesma ideia apresentada por Castelnuovo (1966), comparando relógios de tamanhos diferentes e que marcam a mesma hora. Imenes e Lellis (2012) também propõem uma atividade que relaciona a distância de um objeto que é observado e o tamanho do ângulo de visão do observador, e há questionamentos sobre o que acontece com a medida do ângulo quando o observador se aproxima ou se afasta do objeto observado.

As obras analisadas nessa seção contêm semelhanças quanto à definição de ângulo e às atividades propostas. No geral os autores, assim como os da seção anterior, ou relacionam ângulo com a abertura formada por duas semirretas de mesma origem ou com a região formada por duas semirretas de mesma origem. Se a abertura for considerada como o conjunto de pontos que a compõem, ou seja, os que estão sobre as semirretas e os que estão entre elas, também está sendo tomando a sua região interna, e, dessa forma, identifica-se uma aproximação entre essas definições.

Comparando essa seção com a anterior, percebe-se que definir ângulo não é algo trivial e que depende do contexto a ele associado. Se ele é considerado apenas como duas semirretas, é possível interpretar que estão sendo tomados apenas as semirretas e os pontos contidos nelas; nesse caso, seria necessário trazer outros elementos, como uma referência de rotação indicando sua direção. Já se ele for considerado como a região formada por essas duas semirretas de mesma origem, ou a figura formada por elas, ou ainda a abertura formada por elas, podem-se associar à definição as semirretas e toda a região determinada por elas, e, com isso, não seria necessário articular à definição nenhum outro elemento. Partindo dessas ideias, percebe-se que ângulo não é um conceito simples e que, além de um desenho ou definição, trazer diferentes situações em que ele está contido é o fator que permitirá ao aluno maior domínio do conceito.

2.3 O ângulo no processo escolar

A fim de identificar momentos na vida escolar em que o ângulo está inserido, analisaram-se os planos de estudos de Matemática de duas escolas. Uma delas é a escola A, local em que foi realizada a coleta de dados dessa pesquisa. Como a escola A possui o Ensino Fundamental incompleto (até o 6º ano), analisaram-se também os planos de estudos de uma outra escola, que será denominada de B. As duas escolas

pertencem à mesma rede de ensino e estão situadas na região central de São Leopoldo.

Os planos de estudo de A e B apresentam semelhanças em relação à álgebra e aritmética desenvolvidas em todos os anos do ensino. Quanto à geometria, identifica-se que em A há uma sequência de conceitos que vão sendo desenvolvidos desde o 1º ano, com o reconhecimento das formas, até o 6º ano, onde estão previstos os conceitos de perímetro, área, ponto, reta, plano, ângulo e polígonos. Mesmo estando previsto nos planos de estudos, a professora de Matemática desse ano informou, durante as conversas iniciais de proposta dessa pesquisa, que este é um conceito não abordado com os alunos, já que se dá ênfase às outras áreas da Matemática que estão previstas no plano.

Nos planos de estudos de Matemática da escola B, essa sequência só é identificada a partir do 8º ano, que se inicia o estudo de ponto, reta, plano e ângulo. Outros trabalhos relacionados à geometria, como identificar polígonos e poliedros, são desenvolvidos pelo componente curricular Artes. O ensino de ângulo prevê medir ângulos, classificá-los em relação à sua medida, identificar propriedades de ângulos que são determinados por uma transversal que corta duas retas paralelas. No 9º ano está prevista a sequência dos conceitos estudados no ano anterior, onde são explorados os conceitos de projeção ortogonal, teorema de Pitágoras, relações métricas no triângulo retângulo, a compreensão do que é seno, cosseno e tangente e sua aplicação em problemas. Nos planos de estudos há registros de que serão utilizados recursos como folhas, régua, transferidores, livros e materiais concretos, mas não há referência a como isso será feito, nem ao uso de algum software.

Identificou-se que nos anos finais do Ensino Fundamental estão previstos o conceito de ângulo e algumas aplicações como semelhança de triângulos e trigonometria. No Ensino Médio esse conceito é aplicado em estudos de trigonometria, geometria plana, espacial e analítica. Assim, o conceito de ângulo, que geralmente é apresentado no 6º ano do Ensino Fundamental, vai se articulando com outros conceitos, permitindo a construção do saber matemático como um todo e não apenas saberes isolados. Ao consultar os planos de estudos de A e B, verifica-se que é dado o destaque ao saber: identificar, reconhecer, conceituar, resolver problemas com os conceitos listados no plano de estudos, e não há menção ao uso do conceito em situações do dia a dia ou em softwares, permitindo uma ampliação das situações em que ele pode ser aplicado.

Acredita-se que através de situações variadas que levem o sujeito a combinar, recombina e a construir novas estruturas é que se dá a construção do conceito (VERGNAUD, 1993). Diante disso, esta pesquisa propõe aliar ao ensino o uso do software que será apresentado no próximo capítulo.

3 SCRATCH UM SOFTWARE A SER EXPLORADO

O Scratch é um software que utiliza uma linguagem de programação visual criado em 2007 pelo professor PhD Mitchel Resnick e seus colaboradores do Lifelong Kindergarten no Media Lab do MIT (Massachusetts Institute of Technology). Eles se basearam em outras linguagens de programação, como a do LOGO, um dos precursores no ensino de programação na escola na década de 70, criado por Seymour Papert.

Papert argumenta que programar permite ao aluno utilizar o computador como um “objeto para-se-pensar-com” (PAPERT, 1985, p. 216), uma ferramenta para desenvolver atividades mais ricas, que auxilia o aluno a pensar sobre os conceitos, manipulando-os em projetos que são pessoalmente significativos. Resnick trabalhou com Papert em projetos do LOGO e compartilha de seus propósitos; para ele, a programação auxilia na formação de uma geração mais criativa, que pensa sistematicamente e expressa suas ideias. Nesse sentido, afirma que a fluência digital é fundamental na atualidade, mas ela não significa apenas usar as mídias para conversar, navegar e interagir, inclui também a capacidade de criar, projetar e inventar com elas, tornando-se um ser mais ativo, que colabora com o outro e produz seu próprio conteúdo (RESNICK et al., 2009).

É dentro desse contexto que surge o Scratch como uma linguagem de programação visual mais simples, tornando a ideia da ciência da computação acessível, estimulando o pensamento computacional¹⁰, a aprendizagem em um ambiente motivador e criativo que permite a exploração, a descoberta e a possibilidade de reflexão sobre o próprio pensamento (MARJI, 2014; RESNICK et al., 2009).

As próximas seções têm como objetivo apresentar o Scratch ao leitor, levando-o a conhecer sua interface e alguns de seus comandos, refletir sobre como o conceito de ângulo está inserido no Scratch e expor trabalhos publicados que o associam ao ensino de Matemática.

¹⁰ Wing (2006) define pensamento computacional como os processos de pensamento envolvidos durante a formulação e a resolução de um problema. O pensamento computacional aborda os conceitos de abstração, análise de dados, generalização, entre outros, conceitos esses que são importantes dentro de diversas ciências e estão diretamente relacionados com a matemática.

3.1 Interface e comandos do Scratch

O nome Scratch tem origem na técnica de *scratching* utilizada por *disc jockeys* (DJs) de *hip-hop*¹¹, que com as mãos mexem os discos de vinil para a frente e para trás, produzindo uma mistura de músicas criativa. O Scratch também propõe uma mistura em que o usuário pode utilizar, em um mesmo projeto, gráficos, animações, fotos, músicas e sons.

A interface é intuitiva, sendo composta por quatro áreas principais, de acordo com a figura 14.

Figura 14: Interface do Scratch



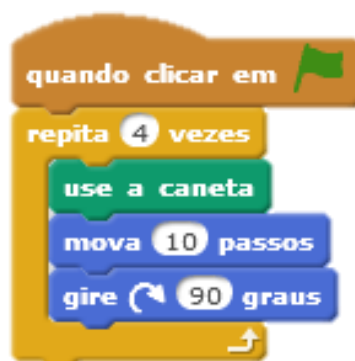
Fonte: A autora

¹¹ Gênero musical que surgiu na década de 70.

O gato da figura 14 é chamado de *sprite* (ator). Em um mesmo projeto pode-se inserir inúmeros *sprites* que executam ações diferentes. Os *sprites* entendem e obedecem um conjunto de instruções que lhe são atribuídas em um programa.

Um programa de computador é um conjunto de instruções que determinam as ações que devem ser executadas pelo computador, e essas instruções são escritas através de uma linguagem, que recebe o nome de linguagem de programação. A maioria das linguagens de programação se baseiam em texto, ou seja, é necessário digitar um conjunto de comandos para criar um programa que executará uma determinada função. No Scratch os *sprites* também se movimentam e realizam determinadas ações a partir de comandos, porém os comandos estão organizados em blocos que devem ser arrastados até a área de comandos, onde são encaixados formando um *script* (comando, programa). Os blocos facilitam a programação, pois com o Scratch não há problema de sintaxe como em outras linguagens; os comandos já estão pré-formatados, bastando ao “programador” apenas encaixá-los. Na figura 15 apresenta-se um exemplo de *script* feito no Scratch para a construção de um quadrado.

Figura 15: *Script* no Scratch



Fonte: A autora

Observando o conjunto de comandos da figura acima, percebe-se que os blocos se encaixam como blocos de Lego¹², permitindo assim que o aluno experimente diferentes combinações. Nota-se também que utiliza uma programação sequencial, ou seja, as ações são executadas na sequência em que os blocos foram encaixados.

¹² Brinquedo que possui diversos tipos de peças que podem ser encaixadas formando várias construções. Elas serviram de inspiração para os blocos de comandos do Scratch.

Visando oferecer ao leitor um breve reconhecimento do Scratch e suas possibilidades, serão apresentadas as quatro áreas principais (palco, paleta de blocos, área de comandos e lista de *scripts*) e mais alguns de seus recursos. A escolha desses partiu das experiências vivenciadas com os alunos durante a pesquisa.

3.1.1 Palco

Assim como na linguagem LOGO, no Scratch os *sprites* se movimentam em passos. O palco tem 480 passos de largura e 360 passos de altura, e sob ele há um plano cartesiano, cujo centro corresponde ao centro do palco. Ao movimentar o mouse pelo palco, é possível verificar a posição (x,y) do mouse. A figura 16 exemplifica essa situação e demonstra outras funções que podem ser executadas no palco.

Figura 16: Palco do Scratch

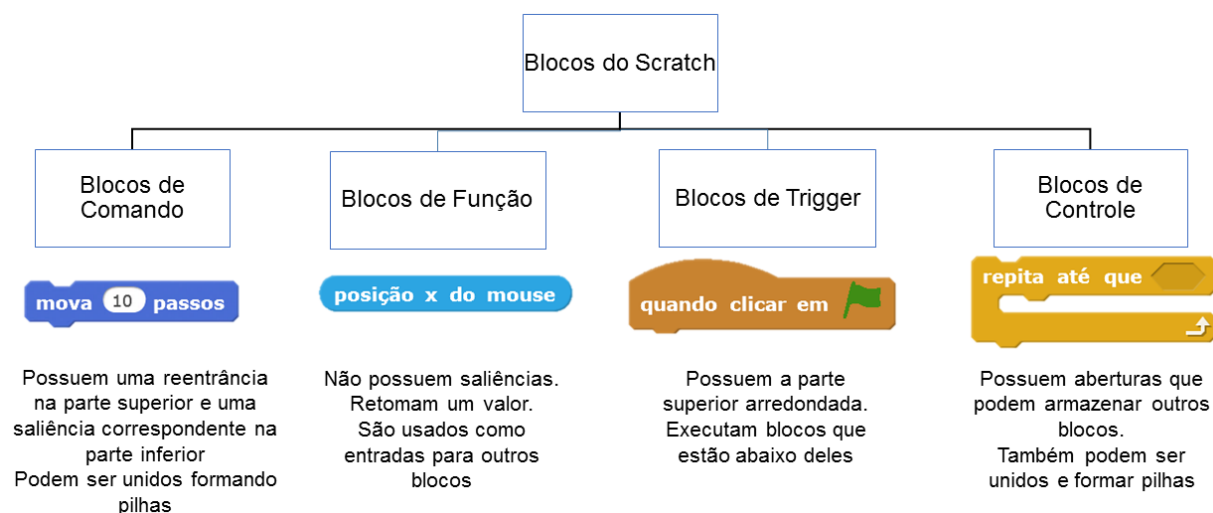


Fonte: A autora

3.1.2 Paleta de blocos

O Scratch possui quatro tipos de blocos que podem ser identificados pelo seu formato, conforme se pode ver na figura 17.


Figura 17: Tipos de blocos do Scratch












Fonte: Adaptado de Marji (2014)

Os blocos do Scratch estão divididos em dez categorias, e cada uma delas corresponde a um grupo de ações. O quadro 1 apresenta essas categorias, alguns de seus blocos e sua respectiva função. Para a escolha dos blocos descritos nesse quadro consideraram-se os comandos utilizados pelos alunos durante a criação de seus projetos. As categorias som, variáveis, operadores e mais blocos não foram utilizadas pelos alunos, mas optou-se por apresentá-las ao leitor devido às possibilidades de recursos a serem incluídos em um projeto.

Quadro 1: Categorias de comandos e suas funções

Categoria	Bloco	Ação
Movimento 	Mova	Desloca o <i>sprite</i> de acordo com o número de passos inserido no campo.
	Gire n graus (para a direita ou para a esquerda)	Gira o <i>sprite</i> para a direita ou esquerda. O valor acrescentado indica de quantos graus será esse giro.
	Vá para x: __y: __	Move o <i>sprite</i> para a posição (x,y) indicada.

	Aponte para a direção n graus	Faz com que o <i>sprite</i> gire para a direção indicada, considerando sua posição original.
	Mude estilo de rotação para _____	Permite que o <i>sprite</i> gire em todas as direções, apenas para a esquerda e direita ou, ainda, não gire.
Categoria	Bloco	Ação
Aparência 	Pense/Diga	Exibe acima do <i>sprite</i> um balão de pensamento/fala.
	Pense/Diga por n segundos	Exibe acima do <i>sprite</i> um balão de pensamento/fala que fica visível por um tempo determinado.
	Esconda/Mostre	Esconde ou mostra o <i>sprite</i> .
	Mude para a fantasia	Altera a fantasia do <i>sprite</i> .
Som 	Toque o som ____ até o fim	Toca todo o som escolhido.
	Adicione n ao volume	Aumenta ou diminui o volume do som.
	Use o instrumento n	Permite a escolha de algum dos instrumentos da lista, como piano, guitarra, bateria, entre outros.
	Toque a nota n por z batidas	Toca uma nota por um tempo do instrumento escolhido.
Caneta 	Apague tudo	Apaga todos os desenhos feitos com a caneta e carimbo.
	Use a caneta	Ativa a caneta.
	Levante a caneta	Desativa a caneta.
Variáveis 	Cria uma variável	Permite a criação de uma variável para um ou mais atores. Cria <i>scripts</i> que podem ler e armazenar dados, utilizados, por exemplo, para criar pontos em jogos.
	Criar uma lista	Cria listas que podem ser usadas para agrupar valores que tenham alguma relação.
Eventos 	Quando clicar em “bandeira verde”	Permite que seja elaborado um conjunto de procedimentos que serão executados clicando-se na bandeira verde que está na parte superior do palco.
	Quando a tecla ____ for pressionada	Permite que um conjunto de ações (ou apenas uma) seja executado no momento em que a tecla escolhida for pressionada.

	Enviar mensagens	Envia uma mensagem a um ou mais <i>sprites</i> . Essas mensagens servem para coordenar ações.
	Quando receber mensagem	Permite que uma ou mais ações sejam executadas quando o personagem receber uma mensagem (aviso) de outro.
Categoria	Bloco	Ação
Controles 	Espere	Faz com que um comando espere um determinado tempo para ser executado.
	Repita <i>n</i> vezes	Repete os comandos de acordo com a quantidade de vezes determinada.
	Sempre	Repete infinitamente um comando ou conjunto de comandos.
	Se...então	Realiza uma ação a partir de uma condição específica.
	Se...então...senão	Realiza uma ação a partir de uma condição específica e, caso ela não ocorra, executa outra ação.
Sensores 	tocando na borda volte	São blocos que retomam um valor. São inseridos dentro dos blocos de controle e de comando.
	tocando na cor__	
Operadores 	__*__	Contém diversos operadores que são inseridos dentro de blocos de controle e de comando. Podem ser usados para realizar operações, escolha de números aleatórios, união, intersecção, negação, entre outros.
	__+__	
	__<__	
Mais Blocos 	Criar um bloco	Possibilita criar um bloco que realiza um conjunto de ações.
	Adicionar uma extensão	Permite acoplar extensões para projetos de robótica.

Fonte: A autora

3.1.3 Área de comandos

A área de comandos é o local onde serão “montados” os blocos que formarão o programa (*script*) de cada *sprite*. Para excluir um bloco da área de comandos, basta arrastá-lo para a área da paleta de blocos.

Não é necessário concluir um programa para que ele seja executado. É possível, a qualquer momento, testar um conjunto de blocos. Clicando sobre o primeiro, será executada a sequência abaixo dele (figura 18a), permitindo ao usuário fazer uma análise dos comandos como um todo. Clicando sobre os blocos que estão desconectados, ou desconectando os blocos de um programa (figura 18b), é possível testá-los individualmente, fazendo uma análise da função de cada um deles dentro do programa.

Figura 18: Blocos encaixados x blocos desconectados



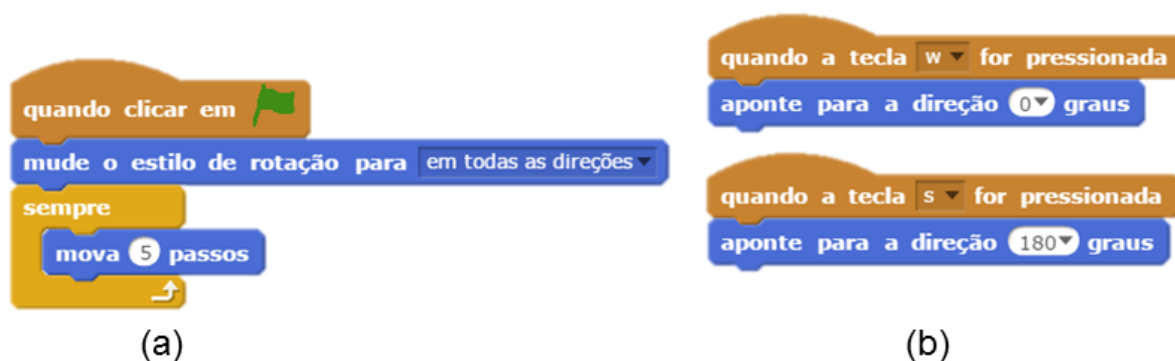
Fonte: A autora

Durante essa testagem, o “programador” pode encontrar um ou mais *bugs* (erros) no seu programa e parte para um processo de *debugging*. Essa expressão é usada em programação para indicar a análise realizada para encontrar um *bug*.

Enquanto um bloco ou um conjunto de blocos são executados, estes ficam com sua borda amarelada, indicando essa execução. Ao mesmo tempo, é possível visualizar no palco o *sprite* executando as ações correspondentes ao programa criado.

O Scratch admite uma programação paralela que consiste em eventos diferentes que acontecem simultaneamente. A figura 19 demonstra esse tipo de programação.

Figura 19: Programação paralela




Fonte: A autora

O conjunto de blocos da figura 19a é executado a partir do momento em que a bandeira verde é pressionada; ou seja, o *sprite* fica constantemente se movendo cinco passos para a direção que apontado. Após, se a tecla “w” ou “s” for pressionada, o seu comando correspondente (figura 19b) será executado juntamente com o anterior, fazendo, por exemplo, com que o gato se mova cinco passos para cima.

3.1.4 Lista de sprites

Conforme já foi mencionado, é possível ter em um mesmo projeto vários *sprites*, porém vale destacar que cada *sprite* só vai executar uma ação se ela for programada; isto é, mesmo que todos os *sprites* executem a mesma ação, é necessário criar um conjunto de comandos para cada um dos *sprites*. É possível visualizar, na área de comandos, os programas associados a um *sprite* clicando-se sobre ele.

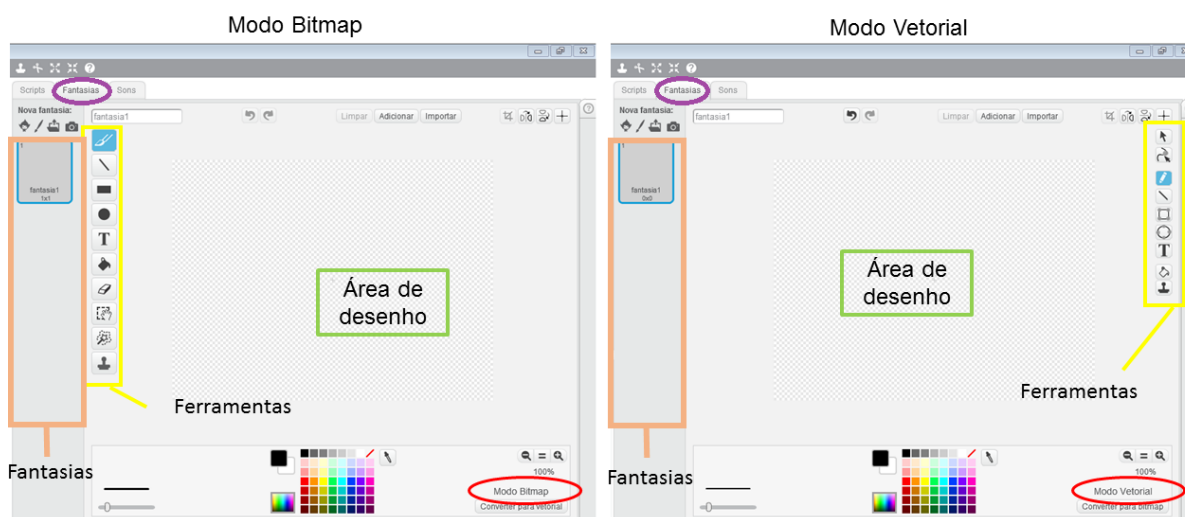
3.1.5 Paint Editor

O Scratch disponibiliza um arquivo de *sprites* e cenários que podem ser utilizados nos projetos. Todas essas imagens podem ser editadas, mas o usuário também pode criar novas. As edições ou criações de imagens são realizadas no *Paint Editor*. Para acessá-lo, basta clicar no  (pincel) na área da lista de *sprites* (para desenhar um *sprite*) ou no pincel abaixo da miniatura do palco (para desenhar um

palco). Após clicar sobre o pincel, é necessário acessar a aba “Fantasias” que está acima da paleta de blocos.

O *Paint Editor* é um editor de desenho em dois formatos, bitmap¹³ ou vetorial¹⁴. A figura 20 mostra os dois formatos de desenho.

Figura 20: *Paint Editor*



Fonte: A autora

Na figura anterior identificam-se os modos de exibição de cada um dos editores. É possível visualizar também uma área onde ficam as fantasias, que correspondem a diferentes alterações na imagem de um mesmo *sprite*. A partir da criação de variações de um mesmo *sprite* (fantasias diferentes), podem-se gerar, por exemplo, programas que dão ideia de movimento, como gifs animados¹⁵.

3.1.6 Site

Os criadores do Scratch também têm a intenção de favorecer a troca de ideias e o trabalho colaborativo com essa linguagem, e para isso criaram um site¹⁶ no qual

¹³ O editor de desenho Bitmap é semelhante aos editores de desenho como o Paint ou Kolourpaint. Esses editores guardam as informações (cor, posição) da imagem associando-as em cada um dos pontos minúsculos que ela contém, os chamados pixels.

¹⁴ O editor de desenho Vetorial lembra editores como o Corel Draw ou Inkscape. Editores de desenho vetorial geram as imagens a partir de descrições geométricas de formas, e essas descrições são feitas através de vetores. As imagens vetoriais permitem ampliação sem perda de qualidade.

¹⁵ Gifs animados são um conjunto de imagens compactadas em um só arquivo que produzem uma pequena animação.

¹⁶ <https://scratch.mit.edu/>

os usuários realizam um cadastro e, com o seu perfil, postam suas produções. Os demais usuários podem comentar as publicações, sugerir modificações, fazer *download*¹⁷ para utilizá-las em seu computador e fazer um remix (espécie de mixagem inspirada na produção original) do projeto de um usuário cadastrado.

Ao visitar o site, encontram-se inúmeras animações, histórias, cartões virtuais, jogos, entre outros, produzidos por crianças, adolescentes e adultos do mundo inteiro. Pensando na possibilidade de fornecer maior suporte aos usuários, o site tem espaço de tutoriais e fóruns para a troca de ideias, além de disponibilizar o *download* do Scratch e uma versão *online*.

Atualmente o site disponibiliza um cadastro especial para professores em que se preenche um formulário indicando seu nível de atuação e suas intenções com o Scratch. O cadastro é analisado e, após sua liberação, o usuário professor pode criar turmas, cadastrar alunos e inserir materiais para os seus alunos.

Aos educadores que desejam utilizar o Scratch também se disponibiliza um site com fins educacionais¹⁸. Esse site é desenvolvido pela Graduate School of Education de Harvard e visa à divulgação de artigos produzidos pelos idealizadores do Scratch, pesquisas acadêmicas, fóruns e espaço para troca de materiais produzidos por outros utilizadores da área da educação.

3.2 O ângulo no Scratch

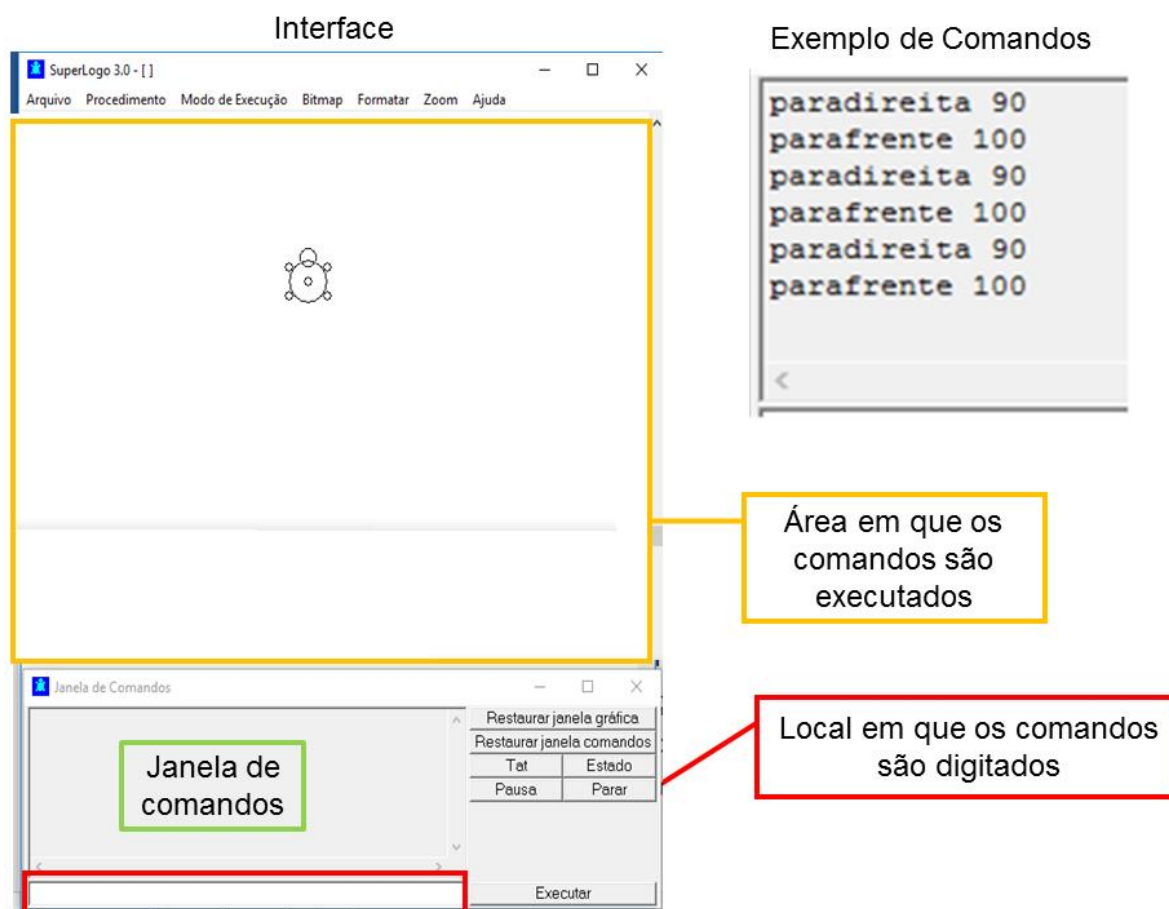
O Scratch baseia-se no LOGO e utiliza a mesma estrutura de pensamento proposta por ele. No início desta seção, apresentam-se exemplos para que o leitor possa compreender esta estrutura de pensamento que é utilizada durante o ato de programar e ao final será abordado o conceito de ângulo no Scratch.

Papert (1985) destaca que o LOGO trabalha com uma geometria denominada de Geometria da Tartaruga, que “é um estilo computacional de geometria.” (PAPERT, 1985, p. 77). Ela é assim denominada porque seu *sprite* é uma tartaruga. A figura 21 apresenta a interface do Super Logo, uma das versões do LOGO, e um conjunto de comandos que, ao ser executado, permite à tartaruga desenhar um quadrado.

¹⁷ Transferir um arquivo para o seu computador.

¹⁸ <http://scratched.gse.harvard.edu/>

Figura 21: Interface do LOGO e comandos



Fonte: A autora

O *sprite* do Scratch é como a tartaruga no LOGO e tem as mesmas características que ela: é dinâmico, tem uma posição, pois está em algum lugar do palco, e tem uma orientação, ou seja, está voltado para alguma direção. Dentro desses aspectos observa-se que ele, assim como a tartaruga, é semelhante a uma pessoa.

A semelhança da tartaruga com a pessoa permite que ela possa “[...] servir como a primeira representação da matemática formal para a criança.” (PAPERT, 1985, p. 78). Nesse caso, a criança aprende dentro de um ambiente em que é levada a desenvolver ideias sobre o seu próprio movimento e que podem ser aplicadas nos programas para movimentar a tartaruga, ou seja, aprender geometria estaria associado a pensar com o seu próprio corpo (PAPERT, 1985). Pensar como desenhar um quadrado pode partir do pensamento de como a pessoa pode mover-se para formar o quadrado e, a partir deste ponto, descrever os comandos que fazem parte desse movimento, ou seja, os procedimentos que compõem a ação.

Ao pensar nos comandos necessários para que o *sprite* realize uma ação o sujeito utiliza o pensamento por procedimentos, que o leva a pensar sobre o objeto, em como ele poderia ser representado através da linguagem computacional. Essa forma de pensar é diferente do pensamento declarativo, já que este pensamento exige a declaração de propriedades, elas precisam ser usadas para que uma construção seja criada (VITALE, 1991).

A construção de um ângulo no Scratch e no LOGO envolve o pensamento por procedimentos e exige que o sujeito pense sobre o que é um ângulo a partir do seu corpo, associando-o à ideia de giro. A figura 23 mostra o processo de construção de um ângulo partindo da posição inicial do *sprite*.

Figura 22: Giro no Scratch



Fonte: A autora

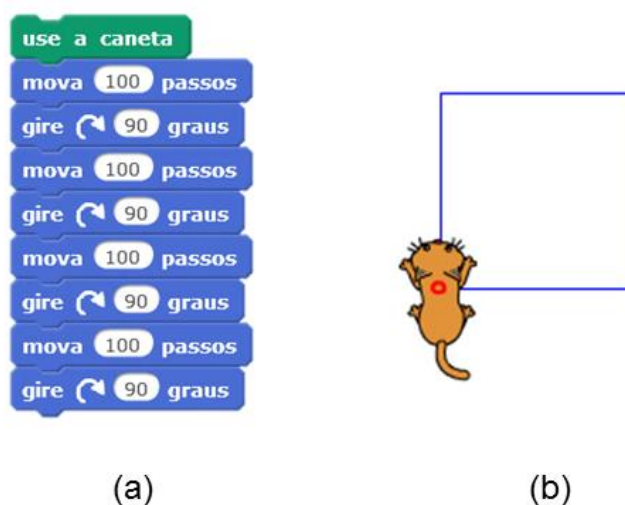
No Scratch um ângulo é executado pelo bloco “gire n graus”, que é um bloco de movimento relativo, pois faz com que o *sprite* gire a partir de sua posição e direção atual; pode-se dizer que ele carrega consigo sua trajetória anterior. Utilizar esse bloco leva o aluno a pensar sobre ângulo e como o computador irá desenhá-lo, provocando o pensamento sobre o próprio objeto, suas características e não sobre sua definição propriamente dita (PAPERT, 1985; VITALE, 1991). O uso dos valores numéricos utilizados no comando “gire” está atrelado a diversas situações em que eles são usados e podem ser compreendidos através de experimentações.

Pensar por procedimentos é uma estratégia utilizada para coisas diárias, como planejar ações em um jogo, dar instruções para alguém sobre como chegar a algum lugar, e isso pode ser trazido para a escola. Pensar a matemática através de procedimentos é uma forma de propiciar ao aluno pensar sobre a matemática, trazer outras ferramentas ao seu arsenal, e não substituir as já existentes. Papert (1985)

ressalta isso como uma forma de estimular a habilidade humana de operar com diversos conhecimentos, ampliando os caminhos para a reflexão.

Nesse sentido, desenhar um polígono permite ao sujeito refletir sobre ele e, a partir de suas experiências, identificar que o procedimento envolve pensar sobre os ângulos externos do polígono. Ao desenhar um quadrado, por exemplo, o sujeito pode descrever o procedimento (figura 24a), que representará na tela a figura 24b.

Figura 23: Procedimento para quadrado

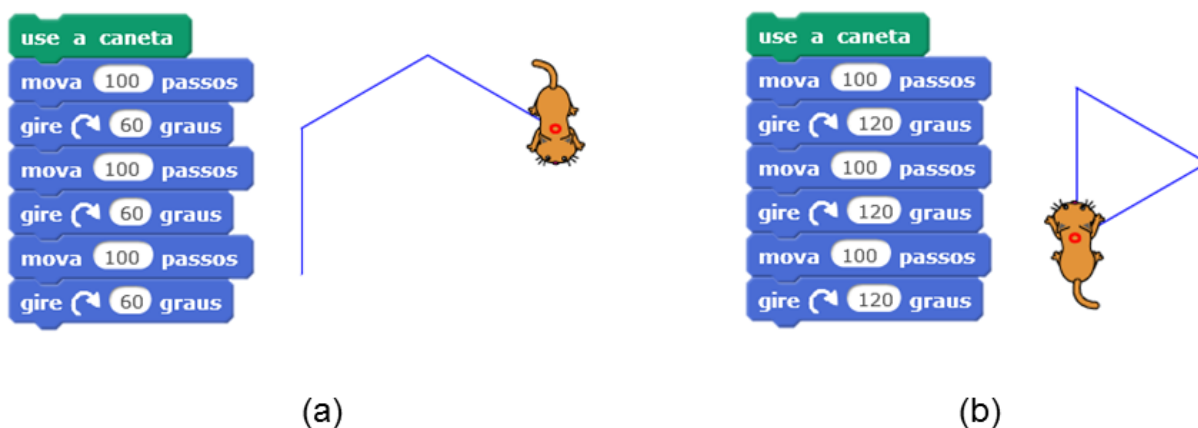


Fonte: A autora

Observando o procedimento, identifica-se que o último bloco não seria necessário para o desenho do quadrado, mas sua presença garante que ao final o *sprite* permaneça na mesma direção em que estava quando se iniciou a construção. É possível que, ao desenhar o quadrado, um sujeito não considere os ângulos externos; mesmo assim, terá o efeito desejado, já que no quadrado os ângulos externos são iguais aos internos.

Ao desenhar um triângulo equilátero, por exemplo, esse mesmo pensamento não poderá ser utilizado. A figura 25a demonstra essa tentativa com seu respectivo resultado, e a figura 25b demonstra o procedimento correto.

Figura 24: Procedimento para desenhar triângulo equilátero



Fonte: A autora

Observa-se nos procedimentos da figura 25b que, ao final da construção, o *sprite* terá dado um giro de 360°. Esse é o chamado Teorema do Giro Completo da Tartaruga proposto por Papert (1985, p. 101): “Se uma tartaruga percorre um caminho ao redor do perímetro de qualquer área e termina no mesmo estado em que começou, então a soma total de todos os giros será de 360 graus”.

Assim, é possível que, a partir de experimentos, os alunos identifiquem que, para desenhar um polígono regular, basta conhecer seu ângulo externo, e este é obtido a partir da divisão de 360 pelo número de lados do polígono. Em um caso mais avançado, é possível escrever um procedimento generalizado, mostrado pela figura 26.

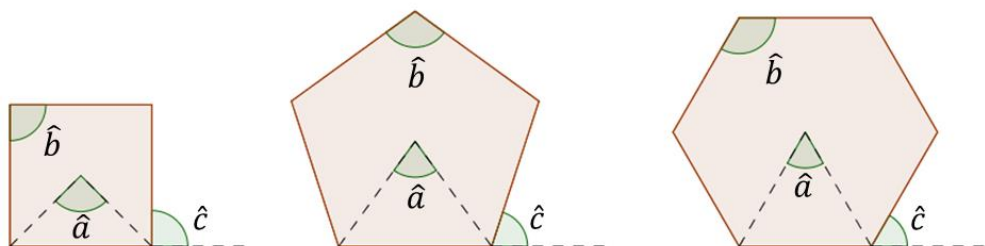
Figura 25: Procedimento para desenhar polígonos regulares



Fonte: A autora

Matematicamente esse procedimento pode ser compreendido a partir da seguinte generalização: considere-se um polígono regular de n lados, ele pode ser dividido em n triângulos isósceles congruentes, conforme expresso pela figura 27.

Figura 26: Polígono regular

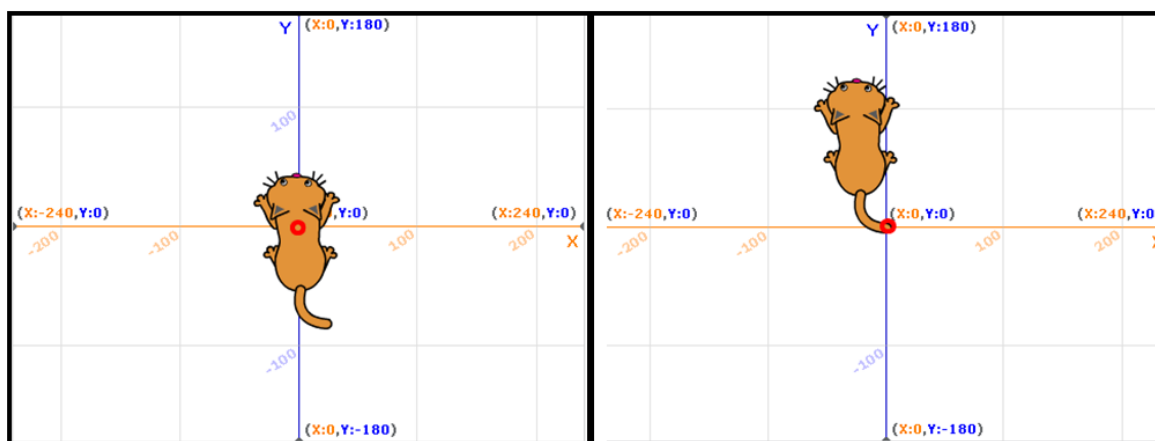


Fonte: A autora

A partir disso tem-se que $\hat{a} = 360^\circ/n$. Os outros dois ângulos adjacentes são a base de cada triângulo isósceles e por isso são congruentes. Somando-se esses dois ângulos, tem-se o ângulo \hat{b} , logo $\hat{a} + \hat{b} = 180^\circ$. Os ângulos \hat{b} e \hat{c} são suplementares, então $\hat{b} + \hat{c} = 180^\circ$, e a partir disso pode-se afirmar que $\hat{c} = \hat{a} = 360^\circ/n$ (adaptado de PEREIRA, 2013). Assim, a medida do ângulo externo corresponde a $360^\circ/n$, comprovando que o programa criado no Scratch pode gerar qualquer polígono regular.

Os comandos de movimento fazem todo o deslocamento e giro a partir do centro de rotação do *sprite*, que pode ser alterado no *Paint Editor*. A figura 28 demonstra o mesmo *sprite* na posição (0,0) com alterações do seu centro de rotação.

Figura 27: Centro de rotação do *sprite*

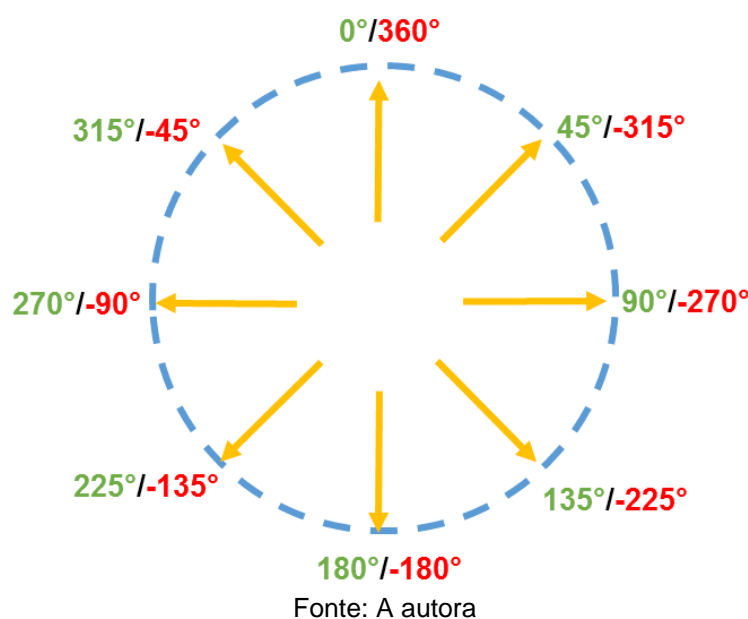


Fonte: A autora

A descoberta do centro de rotação do *sprite* auxilia na compreensão do seu processo de deslocamento. Auxiliando nessa compreensão, a tartaruga do LOGO apresentava essa marca no seu centro; já nos *sprites* do Scratch essa marcação não é visível, a não ser que sejam feitos experimentos ou observações da sua fantasia no *Paint Editor*.

O Scratch tem uma convenção de direção que é utilizada no bloco “aponte para a direção n graus”. Esse bloco apresenta opções de giro que foram convencionadas da seguinte forma: girar 0° faz com que o *sprite* aponte para cima, 90° para a direita, 180° para baixo e -90° para a esquerda. O esquema abaixo ilustrado pela figura 29 baseia-se no modelo apresentado por Marji (2014), na tentativa de exemplificar a convenção de direção utilizada no Scratch para esse bloco.










Figura 28: Convenção de giro no Scratch



Um detalhe importante sobre esse bloco é que convencionalmente “aponte para a direção 90° ” (para a direita) corresponde à orientação original do *sprite*, ou seja, a direção em que o *sprite* foi originalmente desenhado e está disponível na biblioteca do Scratch.

O quadro 2 exemplifica essa situação mostrando dois *sprites* nos quais suas fantasias originais são diferentes; um foi desenhado para a direita, enquanto o outro para cima. O quadro demonstra as posições originais desses *sprites* e sua posição após cada um dos comandos do bloco “aponte para a direção n graus” ser acionado.

Quadro 2: Giro dos *sprites* através do bloco aponte para a direção

Sprite com sua orientação original	Aponte para a direção 90 graus (direita)	Aponte para a direção 0 graus (cima)	Aponte para a direção -90 graus (esquerda)	Aponte para a direção 180 graus (baixo)
				
				

Fonte: A autora

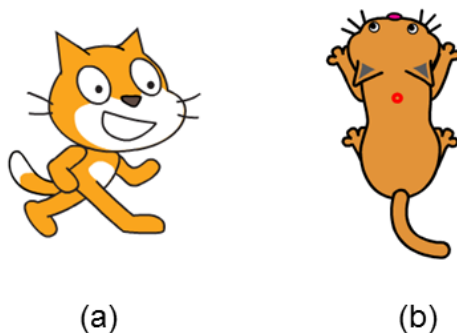
Analisando a posição inicial do gato, identifica-se que ele foi desenhado voltado para a direita; logo, ao executar o comando aponte para a direita, sua direção coincide com estar virado para a direita, assim como nas demais direções. Já a bailarina tem sua fantasia original voltada para cima, e a execução do comando aponte para a direita faz com que seu corpo aponte para cima e não para a direita, sendo que as demais posições cima, esquerda e baixo acabam não correspondendo ao visual. Isso ocorre porque o comando “aponte para a direção” não está relacionado com a fantasia, com o visual que é identificado na imagem, mas sim com o seu desenho original que corresponde à direção de 90°. Desta forma, o comando utiliza como referência a orientação original, e é a partir dela que as demais ações serão realizadas; essa orientação pode ser alterada no *Paint Editor*.

O comando “aponte para a direção n graus” torna-se confuso, pois geralmente o usuário se apoia no visual, no desenho para indicar as orientações. A partir disso, identifica-se que o LOGO trazia consigo uma referência mais clara, já que a tartaruga estava posta na tela com a mesma orientação em que o sujeito estava em frente ao computador e apontando para zero grau.

O *sprite* oficial (figura30a) e mais conhecido do Scratch é o gato, que está em uma posição menos convencional para os alunos, pois ele está ao mesmo tempo com o corpo virado para o lado e a cabeça de frente para o usuário, representando uma orientação diferente da pessoa que está em frente ao computador. Em virtude disso, para essa pesquisa, o *sprite* foi alterado nas primeiras atividades. Para a escolha considerou-se um gato que estivesse em uma posição semelhante à da tartaruga

proposta por Papert e, ao iniciar a atividade, apontasse para a posição 0° (figura 30b). Além disso, o *sprite* recebeu uma marca para indicar seu centro de rotação e a posição da caneta.

Figura 29: *Sprite* original X *sprite* utilizado na pesquisa



Fonte: A autora

3.3 Trabalhos publicados que relacionam o Scratch e a Matemática

Ao buscar por publicações que vinculam o Scratch ao ensino, observou-se que nos últimos anos o número de pesquisas no Brasil tem crescido. Esses trabalhos já publicados permitiram visualizar formas de uso do Scratch como fonte de inspiração para este estudo.

A escolha dos trabalhos foi feita a partir de pesquisas em anais de eventos da área da informática e da educação matemática, além do banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As próximas subseções estão organizadas por bancos de dados pesquisados, e, a partir deles, os trabalhos foram classificados de acordo com a forma de uso do software.

3.3.1 Congresso Brasileiro de Informática na Educação

Inicialmente consultaram-se os anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) e outros dois eventos que ele engloba, o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e o Workshop de Informática na Escola (WIE). A busca foi realizada usando o termo “Scratch” e ela indica uma evolução anual de trabalhos a partir do ano de 2012.

Durante a leitura dos artigos publicados, o foco era observar como a matemática estava presente nesses trabalhos. Todos eles argumentam sobre a

importância do ensino de programação para desenvolver habilidades como resolução de problemas e raciocínio lógico, fazendo uma relação com a matemática, mas, como a busca incluía uma abordagem mais específica da matemática, quatro trabalhos enquadraram-se nessa perspectiva. O uso do Scratch está relacionado à resolução de problemas e à criação de jogos ou animações. Diante dessas formas de usos é que os trabalhos serão descritos.

3.3.1.1 Resolução de problemas

Os artigos de Mota et al. (2014) e Oro et al. (2015) apontavam para essa forma de uso do Scratch. As atividades ocorriam através de oficinas, e, após um período de conhecimento das ferramentas do Scratch, era proposto aos alunos que resolvessem problemas que envolviam conceitos de matemática e física (MOTA et al., 2014) ou problemas das olimpíadas brasileiras de matemática da escola pública, entre problemas de outras áreas (ORO et al., 2015). Ambos os trabalhos identificaram como resultado a compreensão de conceitos de programação, e o de Oro et al. (2015) destaca também uso de conceitos matemáticos como ângulo, variável, coordenadas, mas não os analisa. A forma proposta pelos autores permitiu a essa pesquisa reflexões sobre possibilidades do uso do Scratch prevendo problemas matemáticos diferentes dos realizados em sala de aula.

3.3.1.2 Criação de jogos ou animações

O artigo de Gomes et al. (2014) relata a proposta de uma oficina de programação desenvolvida para meninas, buscando despertar nelas o interesse pela área da ciência da computação. Essa proposta consistia na construção de animações pelas alunas sobre conteúdos já estudados de matemática, física e química. Ao final os autores identificam o interesse das alunas, bem como a utilização de imagens e de recursos de áudio e vídeo. A proposta dos autores se distancia dessa pesquisa no sentido de utilizar o Scratch para criar uma animação sobre conteúdo e não para auxiliar na construção de um conceito.

A pesquisa de Shimohara, Sobreira e Ito (2016) teve como foco auxiliar alunos do 5º ano do Ensino Fundamental a criar jogos para seus colegas que contemplassem conteúdos matemáticos, além de proporcionar a reflexão sobre jogos a partir de uma

adaptação do método *GameFlow*¹⁹. Os jogos deveriam conter desafios matemáticos produzidos pelos próprios alunos. Ao final os autores identificaram que as programações envolviam conceitos de variável, plano cartesiano e condicional. A proposta dos autores de criar jogos e identificar conceitos envolvidos nas programações se assemelha a uma das práticas realizadas nessa pesquisa.

3.3.2 Encontro Nacional de Educação Matemática

O Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), que ocorre de três em três anos, também foi um evento considerado. A busca ocorreu nos anais dos dois últimos eventos, que ocorreram em 2013 e 2016. Apenas no XII ENEM, em 2016, há publicações sobre o Scratch. Novamente foi possível identificar formas de uso relacionadas à resolução de problemas, criação de jogos pelos alunos e criação de jogos pelo professor. Há também um artigo que aborda as habilidades que podem ser desenvolvidas, e outro é a proposta de um minicurso realizado durante o evento.

3.3.2.1 Resolução de problemas

Carvalho (2016) utilizou o Scratch com alunos do ensino médio em oficinas. Os alunos criaram jogos e após resolveram desafios sobre equações do 2º grau propostos pelo professor. A resolução consistia em criar uma animação, além de apresentar a resolução da equação. Os alunos identificaram que utilizaram conceitos matemáticos como plano cartesiano e cálculos na criação de seus programas. O autor indica que o Scratch tem possibilidades de auxiliar no ensino aprendizagem, mas não as discute. O uso de diferentes conceitos enquanto os alunos programam é um fato que também foi identificado nessa pesquisa.

3.3.2.2 Produção de jogos pelos alunos

A produção de jogos foi a proposta de Sápiras e Vecchia (2016), realizada em oficinas, prevendo que os alunos produzissem algo do seu interesse. Os autores

¹⁹ O *GameFlow* é uma forma de avaliação de um jogo que busca verificar o nível de prazer que ele proporciona para que possam ser feitas melhorias no design do jogo (SHIMOHARA; SOBREIRA; ITO, 2016).

indicam que o Scratch contribui para o desenvolvimento de habilidades em relação ao uso das tecnologias, além de auxiliar na compreensão da matemática que está por trás da programação. Eles apontam para um aspecto também abordado nessa pesquisa, que é o desenvolvimento de habilidades frente às tecnologias, tornando os alunos produtores de conteúdo.

3.3.2.3 Produção de jogos pelo professor

A publicação de Oliveira e Cordeiro (2016) trata da produção de jogos por parte do professor para posterior utilização com os alunos. Ao utilizar o jogo produzido com os alunos, as autoras identificaram maior interesse deles pelo conteúdo. A proposta das autoras se distancia dessa pesquisa no sentido de propor um jogo que reproduz exercícios realizados em sala de aula, enquanto aqui se defende a ideia de construção de conceitos pelos alunos.

3.3.2.4 Habilidades que podem ser desenvolvidas

O artigo de Farias e Motta (2016) faz referência às habilidades que devem ser desenvolvidas para o século XXI. Essas habilidades foram criadas por empresas e instituições de ensino que determinam currículos nos EUA e outros países. Os autores destacam que o Scratch foi criado para auxiliar no desenvolvimento dessas habilidades. Apresentam a possibilidade de trabalhar conceitos matemáticos como geometria e plano cartesiano, destacando também os blocos variáveis, operadores e condicionais. Demonstrem um jogo apontando os conceitos envolvidos, mas não há aplicações com alunos. Aproximações com essa pesquisa podem ser identificadas quando os autores fazem referência a conceitos matemáticos, divulgando possibilidades do Scratch no ensino.

3.3.2.5 Minicurso

O minicurso proposto por Egido (2016) tem o objetivo de apresentar o Scratch à comunidade e trabalhar propostas de programas que envolvem animações e jogos. Além disso, a autora discute o uso da ferramenta como forma de vivenciar

conhecimentos matemáticos. A proposta dela condiz com a possibilidade da pesquisa de uso do Scratch como ferramenta.

Indo além nas pesquisas, optou-se por uma busca nos grupos de trabalho do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Ao analisar os grupos de trabalho dos dois últimos eventos (2012 e 2015), não foram encontrados trabalhos que contemplem o Scratch.

3.3.3 Banco de teses e dissertações da CAPES

No banco de teses e dissertações da CAPES, em uma pesquisa por “Scratch AND Matemática” e outra utilizando os recursos de filtros, encontraram-se dez trabalhos que utilizam o Scratch relacionado ao ensino de Matemática. Em uma análise desses trabalhos, identificaram-se trabalhos que utilizam o Scratch com alunos, professores e alunos de licenciatura em Matemática, e suas propostas de trabalho se assemelham aos demais textos consultados: produção de um jogo pelo aluno, professor cria jogos para utilizar com alunos, professor propõe problemas que devem ser solucionados com o Scratch. Cada uma dessas propostas de uso será apresentada nas próximas seções.

3.3.3.1 Produção de jogos

A proposta de produção de jogos foi utilizada por Vecchia (2012) em sua tese de doutorado e por Lummertz (2016) em sua dissertação de mestrado. Essas pesquisas sugerem ao aluno, após conhecer o Scratch e alguns de seus comandos, criar um jogo que atenda aos seus interesses. A partir das produções dos alunos, os autores identificam indícios de que o Scratch favorece o trabalho de Modelagem Matemática (VECCHIA, 2012) e a Literacia Digital (LUMMERTZ, 2016). Segundo suas análises, o software permite de forma prática o uso de conceitos matemáticos durante as programações. A base teórica dessas pesquisas coincide com o construcionismo proposto por Papert, e cada uma, dentro de suas especificidades, aborda também referenciais de modelagem matemática (VECCHIA, 2012), bem como Literacia Digital e Pensamento Computacional (LUMMERTZ, 2016). As contribuições desses trabalhos para esta pesquisa consistem em permitir ao aluno envolver-se em um

projeto pessoal, além de observar a matemática inserida na construção dos programas.

3.3.3.2 Produção de jogos/animações pelo professor

O uso do Scratch como ferramenta na qual o professor cria jogos e animações para utilizar em suas aulas foi a utilização abordada por Lemos (2013) e Silva (2015). Os autores utilizaram, entre outros softwares, o Scratch para produzir alguma animação ou jogo que permitisse ao aluno entrar em contato com o conceito de números complexos (SILVA, 2015) e equações do primeiro grau (LEMOS, 2013). As atividades propostas por eles sugerem ao aluno experimentar situações relacionadas à definição dos conceitos e realização de operações como forma de reforçar os conteúdos desenvolvidos em sala de aula. Apenas a pesquisa de Lemos (2013) foi aplicada com alunos, e nela a autora identificou um progresso deles em relação à compreensão do conceito de equação como uma igualdade e a resolução de problemas. Os autores utilizam como referencial teórico pesquisas na área da tecnologia, indicando o uso da tecnologia para auxiliar o processo pedagógico (SILVA, 2015) e pressupostos teóricos em relação ao ensino de Álgebra (LEMOS, 2013). As suas propostas se distanciam desta pesquisa no sentido de utilizar o software com um produto pronto dado ao aluno, em que ele interage e responde a um conjunto de questionamentos propostos pelo professor após o conteúdo ser apresentado em sala de aula. Esta pesquisa propõe uma inversão em que o aluno possa aprender, experimentar e expressar-se com o software.

3.3.3.3 Resolução de problemas

A prática de apresentar problemas para que os alunos os resolvam com o Scratch foi a mais encontrada. Entre esses trabalhos observam-se atividades em que o professor propõe ao aluno um problema e este deve criar um algoritmo de generalização. Os trabalhos de Rocha (2015) e Campos (2014) seguem essa linha. Já os trabalhos de Neto (2015), Saúgo (2016), Silva (2016) e Ventorini (2015) propõem aos alunos questões que devem ser resolvidas utilizando o Scratch. As questões variam entre conceitos relacionados a polígonos regulares (NETO, 2015; SAÚGO, 2016; SILVA, 2016) e ao conceito de função (VENTORINI, 2015). O referencial teórico

baseia-se no construcionismo de Papert, Teoria Socioconstrutivista, Teoria dos Campos Conceituais, Pensamento Matemático Avançado, conhecimento profissional docente e Teoria das Situações Didáticas. As pesquisas desses autores partem de conceitos com os quais os alunos já tiveram vivências em sala de aula ou a partir de pesquisas e depois trabalham no software problemas relacionados a eles. Nesse sentido, essas pesquisas se distanciam desta pesquisa, que busca observar a construção de conceitos diretamente em contato com o software.

Entre as teses pesquisadas está a de Santos (2014), que analisa três dissertações de mestrado que utilizam o Scratch no ensino. Entre as dissertações analisadas estão a de Marques (2009) e Pinto (2010), estudos realizados em Portugal, que utilizam o Scratch com alunos de anos iniciais em situações que envolvem resolução de problemas, criação de jogos e desafios matemáticos. Ambos os autores dessa análise destacam que o Scratch melhorou o empenho dos alunos e possibilitou que verificassem seus erros e acertos em soluções que utilizando apenas o cálculo mental não eram possíveis. A pesquisa de Marques (2009) aproxima-se desta ao propor um espaço virtual onde os alunos pudessem realizar atividades e expor suas impressões.

As pesquisas nos bancos e eventos descritos mostram que o uso do Scratch no ensino de Matemática tem crescido nos últimos anos. As propostas de utilização são variadas; há estudos que consideram um uso mais livre pelos alunos, outros um uso mais dirigido, ou ainda a mescla dos dois.

Diante do levantamento de trabalhos, nota-se que a questão de pesquisa sugerida nessa dissertação não tem sido amplamente retratada nas pesquisas com foco na área de matemática e uso do Scratch. Em particular, não se identificaram pesquisas no Brasil que investiguem o pensamento matemático dos estudantes durante atividades de programação no Scratch.

4 BASES TEÓRICAS

A pesquisa proposta nessa dissertação busca por evidências de pensamento matemático durante atividades de programação, procurando olhar mais especificamente para a construção do conceito de ângulo. O suporte teórico, no que diz respeito à construção do conceito matemático, é dado pela Teoria dos Campos Conceituais. Essa teoria proposta pelo matemático Gérard Vergnaud tem como objetivo oferecer uma estrutura que possibilite compreender como ocorre a construção de conceitos matemáticos.

Juntamente com a observação do processo de construção de conceitos matemáticos, existe a intenção de olhar para a programação, os procedimentos e pensamentos que os alunos utilizam para resolver as diversas situações no Scratch. Nesse sentido, a pesquisa de Fagundes (1986) aproxima-se dessa proposta, já que seu estudo é sobre as condutas cognitivas dos alunos durante a programação em LOGO.

Os dois autores que formam essa base teórica têm traços piagetianos em suas pesquisas. Vergnaud foi aluno de Piaget e utilizou as descobertas deste no desenvolvimento da Teoria dos Campos Conceituais. Fagundes pesquisou profundamente Piaget, replicou suas pesquisas, além de utilizá-las em estudos sobre o uso das tecnologias na educação.

As próximas seções irão apresentar a teoria de Vergnaud e a pesquisa de Fagundes, destacando de que forma elas contribuem e se relacionam com esse trabalho.

4.1 A Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais foi criada por Gérard Vergnaud, um matemático, psicólogo e filósofo francês. Ele foi aluno de Jean Piaget em Genebra e atualmente é diretor emérito de estudos do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS) em Paris.

Ao desenvolver sua própria teoria, Vergnaud demonstra interesse pelo processo de ensino e aprendizagem da matemática no contexto escolar, investigando como o sujeito aprende em ação. Desta forma, a Teoria dos Campos Conceituais foi inicialmente desenvolvida para explicar o processo de construção de conceitos das

estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das relações número-espço e da álgebra (VERGNAUD, 1993). Porém, é uma estrutura consistente, cujo foco está nas representações, nos esquemas e conceitos utilizados pelos alunos para resolver problemas, oferecendo suporte a estudos do desenvolvimento e da aprendizagem científica e técnica em diversas áreas. Considerando isso, pode-se afirmar que, durante atividades de programação, o sujeito está em constante ação e é levado a resolver situações variadas que lhe permitem combinar e descobrir diferentes aspectos dos conceitos envolvidos. Por isso, essa teoria mostra-se uma ferramenta para auxiliar o professor na compreensão desses processos e na proposição de novas situações que auxiliem o aluno na construção de conceitos através da programação.

As teorias gerais do desenvolvimento não são tão próximas dos conteúdos escolares como a teoria proposta por Vergnaud, e isto é que a torna relevante para o ambiente de ensino (VERGNAUD, 2011). Essa visão não afasta a Teoria dos Campos Conceituais das descobertas das demais teorias; ela as considera e usa como base, como é o caso dos conceitos de assimilação, acomodação e esquema propostos por Jean Piaget em sua Teoria Psicogenética. Na perspectiva de melhor compreender essa relação, abaixo se faz uma breve exposição desses conceitos piagetianos que dão suporte à Teoria dos Campos Conceituais.

A inteligência, para Piaget, é “a adaptação às situações novas e é então uma construção contínua das estruturas.” (BRINGUIER, 1993, p. 61). Essa adaptação representa um equilíbrio, que nunca é perfeito, entre os esquemas de assimilação e acomodação. Um esquema representa “aquilo que é generalizável numa determinada ação” (CHIAROTTINO, 2005, p. 18). Por exemplo, o esquema de ângulo corresponde a identificar um giro independente do objeto que gira ou quanto ele girou. A partir desses esquemas, o sujeito faz assimilações, num processo em que busca incorporar o objeto às suas estruturas, sem que haja mudanças no pensamento. Já a acomodação é um processo de ajuste do esquema a uma situação particular, e durante esse processo há mudanças no modo de pensar e agir do sujeito. Diante dessas definições, Piaget considera que os processos de assimilação e acomodação são complementares e indissociáveis (BRINGUIER, 1993). Voltando ao exemplo anterior do esquema de ângulo, ao programar o movimento de um *sprite* no Scratch que está em uma determinada posição inicial, o indivíduo pode assimilar o comando “gire” ao seu esquema de ângulo, mesmo que não identifique o que representam os valores ali acrescentados. Porém, no momento em que ele faz experimentações de

valores e observa seus efeitos gráficos, está em um processo de busca pelo equilíbrio, ou seja, de adaptação do seu esquema anterior. Ao final, quando passa, por exemplo, a inserir o valor de 90° com o intuito de que o *sprite* faça o movimento de um quarto de uma volta, estará demonstrando que seu esquema inicial foi acomodado, modificado para atender às novas situações que lhe foram apresentadas pelo programa.

As contribuições de Piaget sobre o processo de aprendizagem a partir da assimilação e acomodação dos esquemas dão suporte para que Vergnaud proponha “uma estrutura que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimentos, em crianças e adolescentes, entendendo-se por ‘conhecimento’ tanto as habilidades quanto as informações expressas” (VERGNAUD, 1993, p. 1). Nesse sentido, considera que o processo de aprendizagem é longo e se desenvolve a partir das diferentes situações que ocorrem dentro e fora da escola. As situações levam o sujeito a passar por etapas que envolvem filiações, pois os novos conhecimentos apoiam-se em conhecimentos anteriores, e rupturas, já que, em alguns momentos, é necessário abandonar as ideias e ações anteriores para a construção de novas competências (VERGNAUD, 2011).

Uma situação consiste em uma tarefa, que pode ser prática ou teórica, que leve o sujeito a traçar relações, explorar, criar hipóteses e verificá-las, a fim de obter uma solução. Desta forma, a Teoria dos Campos Conceituais não reduz um conceito à sua definição, mas defende que “é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança” (VERGNAUD, 1993, p. 1). O sentido que permite à criança compreender um conceito refere-se aos esquemas que são despertados a partir de uma situação. Além disso, “toda situação complexa é uma combinação de situações elementares, e não se pode contornar a análise das tarefas cognitivas que podem ser geradas por elas” (VERGNAUD, 1993, p. 17). Com isso Vergnaud indica que analisar uma situação mais complexa a partir de subtarefas auxilia na sua compreensão. Esse tipo de ação é frequentemente utilizado durante atividades de programação; a montagem de um programa mais complexo pode ser dividida em subprogramas que, unidos, desempenham a função desejada, ou ainda, a análise de um *bug* pode ser feita separando-o em partes a fim de verificar etapas não condizentes com o resultado esperado.

Existem dois grupos de situações que se distinguem pelas competências que o aluno possui para lidar com elas. A primeira é a classe das situações em que o

sujeito já possui as competências necessárias para lidar com elas, apresentando um comportamento mais automatizado, organizado por apenas um esquema; e a segunda, a classe das situações em que o sujeito não possui todas as competências necessárias, utilizando vários esquemas para chegar à solução desejada, e, para isso, esses esquemas precisam ser “acomodados, descombinados e recombinaados” (VERGNAUD, 1993, p. 2).

O conceito de esquema criado por Piaget é complementado por Vergnaud quando o define como

[...] a organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada. É nos esquemas que se devem pesquisar os conhecimentos-em-ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória. (VERGNAUD, 1993, p. 2).

Portanto, para o autor, um esquema é um conjunto de ações, de coleta de dados e controle que variam de acordo com cada situação, organizando as ações e o pensamento. Um programa criado no Scratch é um exemplo de esquema; ele demonstra a ação do sujeito para a resolução de uma situação e pode ser empregado em situações da mesma classe.

Voltando às classes de situações citadas anteriormente, pode-se afirmar que os esquemas se enquadram perfeitamente na primeira classe de situações. Já na segunda classe também há uma estruturação em esquemas, porém, como não há um esquema específico para aquela situação, o sujeito busca em seu repertório esquemas que tenham alguma afinidade com a situação dada. Neste caso, o esquema pode não ser efetivo, sendo necessária a mudança, modificação, combinação de esquemas ou acréscimo de elementos cognitivos, criando novos esquemas.

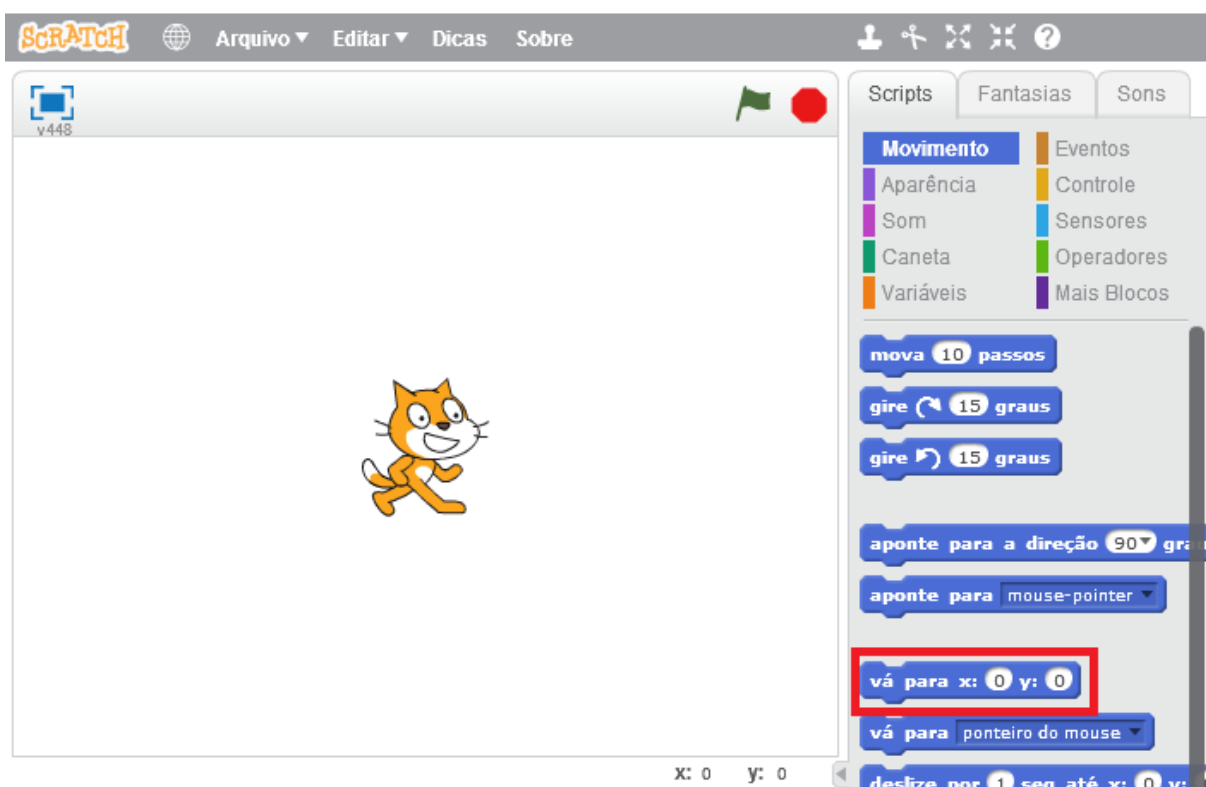
Um esquema é composto por:

- invariantes operatórias – são os conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. Eles permitem ao indivíduo reconhecer os elementos que compõem a situação. São os conhecimentos contidos no esquema e permitem ao sujeito extrair as informações e com elas fazer inferências, traçar metas e reger suas ações;
- metas e antecipações – são as possíveis direções e finalidades da atividade, efeitos esperados;

- regras de ação do tipo “se...então – permitem ao sujeito criar a sequência de ações;
- inferências (ou raciocínio) – permitem ao sujeito raciocinar durante a situação a partir das informações dos outros três componentes do esquema.

Um esquema está sempre apoiado em uma conceitualização implícita. Mesmo que a criança não saiba expressar esse conceito, ela precisa compreendê-lo para que seu esquema funcione corretamente. Um exemplo pode ser representado pelo movimento de um *sprite* no Scratch considerando suas coordenadas cartesianas. A figura 31 ilustra o *sprite* em sua posição inicial.

Figura 30: *Sprite* na sua posição inicial



Fonte: A autora

O *sprite* está inicialmente no centro da tela (posição $x=0$ e $y=0$). Para deslocá-lo horizontalmente usando o comando “vá para x : ___ y ___”, é necessário que o sujeito compreenda o sistema de coordenadas identificando que os valores de x correspondem a esse deslocamento; ou seja, mantendo-se o valor de y constante e alterando os valores de x , o *sprite* fará deslocamentos horizontais na tela. Mesmo que o sujeito não consiga expressar o que é um sistema de coordenadas cartesianas, ele

colocando em ação os conceitos de deslocamento, ângulo, programação linear, algoritmo. A partir dessa situação, observa-se a existência de vários conceitos envolvidos durante a sua solução, mas cada sujeito, a partir de seus esquemas e experiências anteriores, pode ativar um grupo diferente de conceitos para solucioná-la.

Partindo da mesma situação apresentada pela figura 32, pode-se pensar nos teoremas-em-ação. Um aluno, durante a resolução do problema, poderia fazer suposições como: para deslocar o *sprite* é necessário utilizar apenas o bloco de movimento; o *sprite* gira a partir da posição anterior ao momento do giro; o deslocamento horizontal pode ser obtido alterando o valor da variável x ; a programação precisa ser estruturada na sequência em que se deseja produzir os movimentos. Diante dos exemplos anteriores, nota-se que os teoremas-em-ação representam uma proposição que pode ser verdadeira ou não. Esses teoremas não são necessariamente teoremas científicos, mas suposições, propriedades que os alunos dão aos conceitos durante a busca pela solução para uma situação.

Os conceitos-em-ação estão diretamente ligados aos teoremas-em-ação. Uma proposição só pode ser formulada se possui um conceito a ela associado, e o contrário também se verifica: não há conceitos-em-ação sem teoremas-em-ação. Os conceitos só são conceitos porque resultaram de proposições que, durante a ação, foram constatadas como verdadeiras, tornando-se conceitos.

Os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação recebem essa denominação por expressarem conhecimentos e teoremas que não são estáticos e acabados, mas estão em ação, são os frutos colhidos de experiências anteriores e que são utilizados como válidos em situações semelhantes. Ao resolver um problema, o aluno busca a solução em problemas semelhantes já resolvidos para que possa utilizar esquemas conhecidos e, a partir de algumas avaliações prévias, modificá-los, alterá-los, descobrindo outros aspectos ou até mesmo novos esquemas. Com o tempo, alguns desses esquemas se tornam automatizados pelos alunos, e, segundo Vergnaud (1993), podem indicar possíveis compreensões e relações estabelecidas pelo sujeito.

Vergnaud considera que o conhecimento está organizado em campos conceituais, que são definidos “como um conjunto de situações cujo domínio requer uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão” (VERGNAUD, 1986, p. 84). Neste sentido, o autor propõe o estudo de um campo em vez de um conceito, pois resolver uma situação qualquer exige a

união de vários conceitos. Deslocar um *sprite* no Scratch representa um exemplo de diversos conceitos interligados: giro, movimento, plano cartesiano, programação, sequência.

Um conceito é uma síntese do conjunto das situações que constituem a referência de suas diversas propriedades e do conjunto dos esquemas que são utilizados pelo sujeito (VERGNAUD, 1993). Esta definição é chamada pelo autor de uma definição pragmática, em que ele apresenta de forma completa todos os elementos que permitem ao sujeito construir de fato um conceito. Ao identificar a operacionalidade de um conceito, não se pode considerar apenas a ação operatória, mas é necessário analisar o uso de significantes; ou seja, o indivíduo deve ser capaz de expressar o conceito de forma simbólica, através de uma linguagem natural, símbolos, representações, diagramas, entre outros. Diante disso, Vergnaud (CARVALHO JR.; AGUIAR JR., 2008; MAGINA, 2005; VERGNAUD, 1993, p. 8) define conceito como uma trinca de conjuntos $C = (S, I, R)$, sendo:

S - conjunto das situações que dão sentido ao conceito (referência)


I - conjunto das invariantes em que se baseia a operacionalidade dos esquemas (significado)

R - conjunto das formas de linguagem (ou não) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante).

A construção de um conceito se dá a partir da relação entre esses três conjuntos; ou seja, para compreender um conceito, um aluno precisa de situações em que este conceito esteja inserido, esquemas que lhe permitam buscar soluções (significado) e diferentes formas de representação (significante).

Considerando o conceito de ângulo via programação como ponto central dessa pesquisa, é possível supor as seguintes situações, invariantes e representações que formam a trinca desse conceito expostas no quadro 3.

Quadro 3: Trinca S, I, R do conceito de ângulo

Conjunto das Situações - S	Conjunto das Invariantes – I	Conjunto das Representações - R
<ul style="list-style-type: none"> - Movimentos e giros realizados no skate - Construção de figuras - Movimentos do <i>sprite</i> no Scratch - Medida de um giro - Construção de comandos para um jogo 	<ul style="list-style-type: none"> - Uma volta completa é 360° - O valor do grau indica o giro dado - O giro do <i>sprite</i> se dá a partir da sua posição - O giro de 90° representa um canto - O <i>sprite</i> pode ter seu giro revertido através de um giro de mesmo valor, porém em sentido contrário ao dado 	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - gestos que expressam o giro - movimentos com o corpo colocando-se na posição do <i>sprite</i> para imitá-lo

Fonte: A autora

A construção de conceitos ocorre a partir das situações que o sujeito já domina; por isso pode-se afirmar que ela tem características locais, e o domínio do sujeito está restrito aos seus esquemas que precisam ser ampliados. Vergnaud (2011, 1993), argumenta que essa construção não é imediata a partir de uma explicação, mas um processo lento no qual novas situações devem ser constantemente introduzidas, cada vez mais complexas, ampliando o repertório de esquemas. Se um aluno tem uma concepção errônea, ela só pode ser mudada se confrontada com situações em que não pode ser utilizada. Programar movimentos de um *sprite* é algo constante em projetos no Scratch, como, por exemplo, montar um algoritmo em que o *sprite* faça um determinado deslocamento, criar um programa em que, ao acionar uma tecla do teclado, o *sprite* aponta para uma direção e se move, criar um programa que desenha polígonos. Esses exemplos de movimentos utilizam o conceito de ângulo sob diferentes aspectos, que variam de acordo com a situação e permitem ao aluno explorar e testar seus esquemas para a construção do conceito.

O papel do professor nesse processo é de auxiliar o aluno na construção dos conceitos; por isso,

Um bom desempenho didático baseia-se necessariamente no conhecimento da dificuldade relativa das tarefas cognitivas, dos obstáculos habitualmente enfrentados, do repertório de procedimentos disponíveis e das representações possíveis. (VERGNAUD, 1993, p. 17).

Nesse sentido, cabe ao professor conhecer o aluno, observá-lo, procurando identificar os conhecimentos explícitos, quais ainda estão implícitos, reconhecer os esquemas utilizados, pesquisar as afinidades e rupturas que ele realiza a partir de um conjunto de situações. Observar apenas o resultado final não leva o professor à compreensão do processo pelo qual o aluno passou para chegar ao resultado, tampouco revela os esquemas por ele utilizados, e isso dificulta a proposição de situações que o auxiliem na construção de conceitos.

A proposição de exercícios de caráter repetitivo, considerando o ensino como uma forma de aquisição de conhecimento por condicionamento, por hábito, é o que Vergnaud denomina de erro pedagógico, pois, segundo o autor, o aluno adquire regras que precisam ser aplicadas e testadas em diferentes situações (VERGNAUD, 2009). Elas só são solidificadas a partir da compreensão, no momento em que o aluno faz ligações. Diante disso, a proposição de situações variadas, o acompanhamento contínuo, a discussão a respeito dos caminhos percorridos contribui para o processo de repensar os procedimentos tomados. O fato de analisar um *bug* na programação em vez de ignorá-lo e recomeçar um novo programa é uma forma de compreender a situação exposta, fazer inferências, antecipar novos resultados, o que leva a contribuir para além do acerto, para uma mudança de pensamento.

O professor é um mediador, não apenas no sentido de acompanhar a aprendizagem e de propor situações aos alunos, mas também de propor representações simbólicas acessíveis que colaborem para a formação da estrutura conceitual. Neste caso, há a necessidade do seu conhecimento acerca do campo conceitual a ser estudado, as suas possíveis representações, esquemas a serem utilizados, a fim de melhor compreender e auxiliar o aluno em seu processo de descoberta.

Atividades de programação podem oferecer diferentes experiências aos alunos dentro de vários campos conceituais, permitindo-lhes experimentar os conceitos, visualizar regras, fazer inferências, antecipar resultados, refletir sobre seus erros e acertos. O professor precisa permitir-se entrar nesse caminho, conhecer suas possibilidades, traçar possíveis relações, a fim de que este amplo e rico terreno possa

ser mais uma possibilidade para ofertar ao aluno experiências que visem à acomodação de seus esquemas.

4.2 Aproximações e distanciamentos

Fagundes iniciou seu trabalho com o LOGO em 1981, dentro do Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) do Departamento de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O LEC realizava estudos cognitivos orientados pela Epistemologia Genética de Jean Piaget, e suas pesquisas com o LOGO seguiram nessa mesma direção.

O foco da tese de doutorado de Fagundes (1986, p. 8) é “[...] a natureza de algumas condutas cognitivas que aparecem na criança quando ela interage com o computador.” Os estudos são sustentados pela teoria de Piaget e as pesquisas de Papert, propondo, através de observações sistemáticas e entrevistas orientadas pelo método clínico de Piaget (ver seção 5.2.3), acompanhar as sessões individuais nas quais os alunos interagiam no ambiente LOGO.

Os sujeitos da pesquisa eram compostos por dois grupos. O primeiro tinha 12 alunos entre 8 a 15 anos, no qual o critério de escolha foram testagens, buscando selecionar somente aqueles que estavam no período operatório, proposto por Piaget.. Posteriormente, a autora desenvolveu estudos no ambiente LOGO com alunos que tinham dificuldades de aprendizagem (indivíduos com déficit de inteligência e indivíduos repetentes em classes de alfabetização), identificando possibilidades de melhora no seu desempenho. Devido a esse fato foram incluídos mais 14 sujeitos entre 5 e 19 anos. Destaca-se que a maioria dos sujeitos envolvidos não tinham contato com o computador, visto que o período histórico em que a pesquisa foi realizada era o de início da computação no Brasil, poucos espaços tinham esse equipamento e uma pequena parcela da população tinha acesso.

A coleta de dados envolvia dois momentos, um de exploração livre no computador e o outro dirigido pelo entrevistador, que se limitava a estimular e orientar sempre que necessário. Os sujeitos eram estimulados a testar suas hipóteses, fazer

estimativas, transformar programas e desdobrá-los em subprocedimentos²⁰ (FAGUNDES, 1986).

Os dados coletados durante a pesquisa “permitiram construir um modelo de gênese do conceito de ‘programa’ e identificar condutas cognitivas em diferentes níveis” (FAGUNDES, 1986, p. 10). Essas condutas estão agrupadas em três fases, e cada uma corresponde a um conjunto de regularidades que foram observadas nos alunos. As duas primeiras fases são compostas por duas subfases que correspondem a condutas intermediárias. Esse conjunto de condutas observadas pela autora aproxima a sua pesquisa da pesquisa proposta por essa dissertação; sendo assim, essa seção apresentará tais condutas.

Fase I – A instrução como representação da ação do sujeito

Subfase I A – A resposta da máquina como extensão da ação do sujeito

A subfase I A caracteriza-se pela interação do sujeito com o computador. Inicialmente ele passa a explorar o teclado como objeto independente. Os esquemas ativados são os de pressionar as teclas, sem relacionar isso com o resultado da tela. Com as experimentações, ele passa a fazer essa relação e mais adiante a antecipar os resultados, indicando que, se pressionar tal letra, ela será exibida. Essas evoluções vão acontecendo a partir de sucessivas experimentações, em que os insucessos são eliminados e os casos bem-sucedidos são utilizados nas investigações futuras.

Aos poucos ele relaciona espacialmente a parte física do computador e temporalmente a tela que representa o estado final do que é aplicado no teclado (estado inicial). Passa a assimilar o “aqui” pelo esquema de tocar e “em frente e acima”, pelo esquema de olhar. Ao coordenar todos esses esquemas, inicia a exploração das posições das figuras no teclado e na tela, e identifica aquelas teclas que escrevem, as que não escrevem e explora fronteiras da tela.

Essa subfase teve duração de no máximo quatro sessões; para os sujeitos que já sabiam ler e escrever essa assimilação da tela com o teclado já era reconhecida.

Subfase I B – A instrução leva o computador a representar uma ação do sujeito

A principal característica dos sujeitos que entram nessa subfase é reconhecer o teclado como um mediador da comunicação. Após o entrevistador entregar a lista

²⁰ A utilização de subprocedimentos é uma alternativa para a construção de um programa; em vez de um procedimento que resulta em toda a construção (programação linear), pode-se optar pela construção de subprocedimentos, que, juntos, formam o programa.

com alguns comandos primitivos e dar instruções básicas, o sujeito passa a explorar os códigos e seus possíveis efeitos na tela. Aqui a linguagem passa a ser “mediadora entre a ação do sujeito e o resultado na tela.” (FAGUNDES, 1986, p. 144).

O sujeito explora os códigos fazendo combinações que lhe permitem observar o código e o respectivo resultado da ação, apropriando-se da linguagem. Ao apropriar-se dela, o sujeito compreende como funciona o código (a sua sintaxe), que é composto por: palavras arbitrárias que servem para indicar algo (movimentos, mudança de direção); números para indicar parâmetros (têm exigências a serem seguidas como limites de grandeza); construção ordenada da frase que envolve, no caso do LOGO, palavra – espaço – número, e ao final pressiona-se a tecla “enter”.

O código também é composto por um conteúdo espacial e um numérico quantitativo, no qual o sujeito ainda não tem todas as noções consolidadas, mas permite-se experimentá-las, atribuindo-lhes significados que, ainda assim, lhe proporcionam variadas explorações.

Outra constatação feita pelo sujeito de forma lúdica são as composições reversíveis, quando ele constrói movimentos, por exemplo, compondo-os com o seu inverso e mantendo os parâmetros.

A ideia de reversibilidade se referencia à teoria de Piaget, que considera que o desenvolvimento mental está associado à conquista da reversibilidade. Inicialmente o sujeito compreende que uma operação é anulada pelo seu inverso, no mundo físico, evoluindo para, no futuro, compreender fenômenos reversíveis e irreversíveis mais complexos que são determinantes para a aquisição da responsabilidade em suas ações com o outro (CHIAROTTINO, 2005).

Ao final dessa subfase aparece o primeiro indício de noção de programa que está ligado à ideia de automação. O sujeito cria uma sequência de instruções que serão executadas pela máquina, mas não tem ideia de algoritmo.

Fase II – O programa como um objeto simbólico manipulável

Subfase II A – O programa como representação invariante de um conjunto de instruções já experimentadas

Nessa subfase, é comum que o sujeito imite com seu próprio corpo os movimentos da tartaruga. Isso lhe permite acomodar seus esquemas ao modelo, pois associa os movimentos da tela aos seus próprios esquemas motores. Durante esse processo, ocorrem conflitos que permitem ampliar sua compreensão sobre o programa.

Ele ainda não diferencia algumas classes de movimentos, quantificação de afirmações e negações, entre outros, pois nem todos os conteúdos que compõem o código (estruturação do espaço, número, entre outros) são dominados pelo sujeito.

O programa consiste em um “conjunto de instruções justapostas. Embora estejam sequencialmente ordenadas, elas continuam nessa sequência porque ‘deram certo.’” (FAGUNDES, 1986, p. 175). O sujeito considera o programa como algo imutável; juntos funcionam, então não necessita justificar inter-relações. Mesmo que use o programa, existe a possibilidade de não compreender como e por que funciona. Também não busca um isomorfismo entre os comandos do programa e cada parte dele que é executada.

Há a conservação do programa e o sujeito não admite que ele pode ser desfeito; em casos de depuração²¹, por exemplo, abandona ou faz outro. Um fato importante sobre a conservação do programa é que o sujeito tem consciência de que ele desempenha a tarefa e consegue antecipar verbalmente o resultado. Nesse sentido, o algoritmo está relacionado à ideia de um procedimento que é efetivo.

O programa ainda é visto como um todo; logo, o sujeito não estabelece correspondência entre cada comando do programa e sua respectiva ação no resultado obtido na tela. Identifica ações dos comandos quando os experimenta, o que não acontece quando estes compõem o programa. Testar comandos isoladamente permite que o sujeito analise seus esquemas, levando-o a diferenciá-los a partir das propriedades do objeto e a criar novos subesquemas. A atividade de testar comandos fora do programa pode ser considerada como uma atividade de diferenciar esquemas, permitindo que o sujeito faça combinações novas e inesperadas, formando novos esquemas.

Subfase II B – O programa como objeto simbólico manipulável

É nessa subfase que se encontra a competência principal da pesquisa de Fagundes (1986), em que o programa passa a ser um objeto simbólico manipulável; ou seja, o sujeito compreende sua função, antecipa ações, identifica que ele pode ser transformado e que a partir dele é possível construir novos programas. O programa é identificado como um conjunto de instruções, e distinguem-se as ações que realiza.

A atividade de programar ativa competências de pensamento reflexivo, permitindo que o sujeito explore as situações e reflita sobre elas. Faz hipóteses e as

²¹ Processo de *debugging*.

testa, colocando em ação seus esquemas, reflete sobre os resultados e constrói novos conceitos.

O sujeito transforma um programa em seu simétrico alterando, no programa original, os comandos de girar, por exemplo, para o lado oposto. Há a compreensão do teorema do giro completo. Traça hipóteses, antecipa resultados, testa suas hipóteses baseando-se em dados adquiridos em experiências anteriores. Também faz estimativas métricas e usa o cálculo mental.

Os programas são criados através de módulos e o sujeito considera a possibilidade de combiná-los para a criação de novos programas.

Fase III – O programa como coordenação de possibilidades

Essa fase não possui subfases. Ela foi atingida por poucos alunos, pois, segundo a autora, para atingi-la seriam necessárias mais horas de contato com o ambiente LOGO.

Ao final da subfase anterior, o sujeito já demonstrava raciocinar sobre seus programas, e esse ato exige dele um pensamento de nível superior. Para Fagundes (1986), essa atividade de raciocinar sobre o programa oferece ao sujeito oportunidade de fazer sistematizações e depurações.

O sujeito que pertence a essa fase produz programas mais elaborados que utilizam variáveis, condicionais e recursão, produzindo sistemas que podem gerar outros sistemas. Assim, esse sujeito manipula, compara, cria sequências, classifica, combina e recombina instruções para criar e depurar seus programas (FAGUNDES, 1986).

A pesquisa de Fagundes (1986) constata que a atividade de programar é um processo contínuo e que estimula funções cognitivas, pois desde seus primeiros contatos com o LOGO o sujeito passa por processos de equilíbrio (assimilação e acomodação), levando-o a abstrações e generalizações cada vez mais elaboradas. Sua proposta de psicogênese é reveladora para um momento em que o computador estava chegando ao Brasil e, mais tarde, deu origem a programas de inserção nas escolas, primeiramente com a implementação do LOGO e após com o uso de outros recursos tecnológicos.

O termo aproximações utilizado para essa seção se baseou no fato de que as condutas observadas por Fagundes permitiram que, na análise dos dados coletados nesta pesquisa, emergissem categorias que expressassem pensamentos dos sujeitos, durante o ato de programar, relacionados ao programa e ao conceito de

ângulo. Consideraram-se aproximações com os dados de Fagundes no que diz respeito à apropriação da linguagem, manuseio, reflexões proporcionadas pela interação com o Scratch, entre outros.

Quanto aos distanciamentos, entre eles estão o manuseio inicial do computador, a relação com a linguagem LOGO que não era em blocos, o foco proposto pela pesquisa e a forma como os dados foram coletados. Fagundes criou um ambiente individualizado de pesquisa e totalmente centrado no método clínico de Piaget, o que lhe permitiu observar de forma mais detalhada cada um dos sujeitos.

Apesar dos distanciamentos, acredita-se que as aproximações permitiram reflexões sobre o processo de aprendizagem e as possibilidades do Scratch, que serão abordadas no capítulo 6.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo se apresenta como essa pesquisa foi estruturada, explicitando-se inicialmente a metodologia de estudo de casos múltiplos que guiou todo o processo. Serão descritos, na coleta de dados, a escola na qual os dados foram coletados, os sujeitos participantes da pesquisa, os recursos utilizados para a observação e acompanhamento dos sujeitos. Também neste capítulo consta a sequência de atividades elaborada e posta em prática que deu origem aos dados. A análise dos dados está contida no capítulo 6.

5.1 Estudo de casos múltiplos

A metodologia de pesquisa está baseada em um estudo de casos múltiplos. De acordo com Ponte um estudo de caso,

É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenómeno de interesse. (PONTE, 2006, p. 2).

A pesquisa proposta busca investigar uma situação particular, que tem como foco a aprendizagem matemática através de atividades de programação em um grupo específico de 16 alunos do 6º ano de uma escola pública da rede municipal de ensino de São Leopoldo. O que torna particular o grupo com o qual este estudo foi desenvolvido é o fato de que os sujeitos da pesquisa não tinham conhecimento prévio de programação dentro do ambiente escolar.

Diante da questão de pesquisa *Quais são as evidências de pensamentos matemáticos e como os alunos as expressam em atividades de programação envolvendo o conceito de ângulo?*, observa-se com mais clareza que ela propõe um estudo de caso, pois, segundo Yin (2015, p. 4), “quanto mais suas questões procurarem explicar alguma circunstância presente (por exemplo, ‘como’ ou ‘por que’ algum fenômeno social funciona), mais o método do estudo de caso será relevante”.

A proposta da pesquisa está considerando um evento atual, inserido no meio natural dos alunos, e se propõe a observar os seus pensamentos e compreensões

enquanto programam. Neste caso, cada aluno foi observado individualmente formando um estudo de casos múltiplos. Segundo Yin (2015, p.59), “o mesmo estudo pode conter mais do que um único caso. Quando isso ocorrer, o estudo usou um projeto de casos múltiplos e tais projetos têm aumentado sua frequência nos últimos anos”. Para Yin (2015) não há uma distinção entre estudo de caso clássico (ou único) e estudo de casos múltiplos, pois os considera como variações de uma mesma estrutura metodológica.

A coleta de dados está composta por observação dos sujeitos, entrevistas, atividades, acompanhamento das atividades, envolvendo uma série de evidências de cada indivíduo considerando múltiplas fontes, formando um conjunto de dados diversificado a respeito do fenômeno (YIN, 2015). Os casos individuais serviram para formar o conjunto das evidências de pensamentos dos alunos enquanto programavam e suas compreensões a respeito do conceito de ângulo, retirando-se exemplos de cada um desses casos individuais para formar este estudo que abrange todos os sujeitos.

Considerando que se trata de uma pesquisa em meio educacional, vale destacar que,

Na Educação Matemática, os estudos de caso têm sido usados para investigar questões de aprendizagem dos alunos bem como do conhecimento e das práticas profissionais de professores, programas de formação inicial e contínua de professores, projectos de inovação curricular, novos currículos, etc. (PONTE, 2006, p. 3).

Nesse sentido, observa-se que esse tipo de estudo é utilizado na área à qual se destina a pesquisa e cujo foco é descrever, estudar, compreender o fenômeno para contribuir com a aprendizagem e futuras práticas que possam surgir dele.

5.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi organizada para gerar diferentes registros dos encontros a fim de permitir a reconstrução dos fatos e uma análise detalhada do processo de construção do conceito de ângulo. Nas próximas seções serão descritos os sujeitos da pesquisa e cada um dos recursos utilizados para a coleta de dados.

5.2.1 A escola e sua reorganização para a pesquisa

A coleta de dados dessa pesquisa foi realizada de junho a agosto de 2016 em uma escola da rede municipal de São Leopoldo situada na região central da cidade. A escola atende alunos do 1º ao 6º ano do Ensino Fundamental. Em relação à estrutura física, destaca-se o Espaço Virtual de Aprendizagem Multimídia (EVAM), local em que foi realizada a coleta de dados. O EVAM é composto por 17 computadores cujo sistema operacional é o Linux Educacional 4.0; além desses, há quatro Mesas Educacionais Positivo com sistemas Linux e Windows XP. O atendimento no EVAM é feito por uma professora que possui formação na área de tecnologia na educação e atende as turmas semanalmente. Estas são divididas em dois grupos, sendo que um fica na sala de aula com o professor enquanto o outro vai para o EVAM, e na semana seguinte invertem-se os grupos atendidos.

Previamente, foi realizado um contato com a equipe diretiva, a supervisão e a professora titular da turma para apresentar o projeto de pesquisa e entregar a carta de apresentação, conforme consta no apêndice B. A proposta foi bem acolhida, inclusive implicando a reorganização dos horários de atendimento no EVAM para a realização desta pesquisa. Diante disso, os dois grupos da turma eram atendidos semanalmente no mesmo dia em horários consecutivos. O atendimento foi realizado pela pesquisadora e acompanhado pela professora do EVAM que auxiliava em casos de problemas técnicos.

5.2.2 Sujeitos da pesquisa

A turma era um 6º ano composto por 33 alunos. Para a realização da pesquisa foi considerado grupo de análise apenas o segundo grupo atendido, pois com o segundo grupo a pesquisadora poderia corrigir possíveis intervenções, além de ter a oportunidade de testar o funcionamento dos equipamentos e arquivos, podendo corrigir problemas técnicos, a fim de não prejudicar o andamento da pesquisa.

Os 16 alunos que formavam o grupo de análise tinham entre 10 e 12 anos, sendo oito meninos e oito meninas. A escolha do grupo foi feita dividindo-se a turma em dois grupos com o mesmo número de elementos. Essa divisão feita pela escola considerou a ordem alfabética dos nomes dos alunos contida na lista de chamada da turma.

Os encontros ocorreram durante um período de aula com duração de 50 minutos, nos quais os 16 alunos realizaram as atividades de forma individual.

Os alunos foram autorizados a participar desta pesquisa pelos seus responsáveis mediante um Termo de Consentimento Informado, disponibilizado no apêndice C.

5.2.3 Método clínico

Com o intuito de auxiliar as observações e as entrevistas utilizou-se como inspiração o método clínico de Jean Piaget, pois ele permite um acompanhamento sistemático do pensamento do sujeito durante a sua ação. Ele “[...] ajuda a desvendar como funciona sua mente mediante suas explicações e sua ação [...]” (DELVAL, 2002, p. 15).

O método clínico foi criado por Jean Piaget ao iniciar seu trabalho com Simon, quando este lhe propôs que realizasse uma padronização dos testes de raciocínio de Burt. Ao aplicar esses testes, Piaget passou a se interessar pelo que estava por trás dos erros das crianças, por que esses erros eram tão sistemáticos. A partir desses interesses, questionava as crianças, travando com elas conversas abertas e tentando compreender o curso do seu pensamento (DELVAL, 2002).

Segundo Delval:

Creio que a essência do método, e aquilo que tem de mais específico, que o diferencia de outros métodos, consiste precisamente nessa intervenção sistemática do experimentador diante da atuação do sujeito e como resposta às suas ações ou explicações. (DELVAL, 2002, p. 68).

Para que a intervenção sistemática ocorra, o pesquisador deverá propor ao sujeito que resolva uma situação problemática; durante a realização o pesquisador deve estar atento às atitudes do sujeito, perguntando-se sobre o significado da ação e qual sua relação com as capacidades mentais do sujeito. Para compreender, faz questionamentos que lhe permitam reconstruir o modelo mental do sujeito (DELVAL, 2002).

A fim de que as intervenções sejam sistemáticas é importante que o pesquisador tenha em mente suas hipóteses. Além disso, deve preparar antecipadamente um questionário guia que lhe auxilie no momento das intervenções, para que possa percorrer um caminho em espiral, permitindo-lhe chegar ao núcleo do pensamento. Não é um método simples, e, de acordo com Piaget, a “técnica depende de meses de aprendizagem.” (BRINGUIER, 1993, p. 51). Entre os erros mais comuns

ao aplicar o método estão: não ter os encaminhamentos iniciais definidos; falar demais; induzir respostas dos alunos; não questionar os alunos sobre termos duvidosos e não fazer perguntas que envolvam justificativa.

Aplicar o método clínico de acordo com os critérios descritos acima permite ao pesquisador uma possível compreensão da forma de pensar dos sujeitos. Diante de dados que procuraram preservar ao máximo as falas, relações e ideias cabe, ao pesquisador analisá-los com todo o cuidado, procurando identificar tendências que demonstrem aspectos importantes dentro da evolução daqueles sujeitos (DELVAL, 2002).

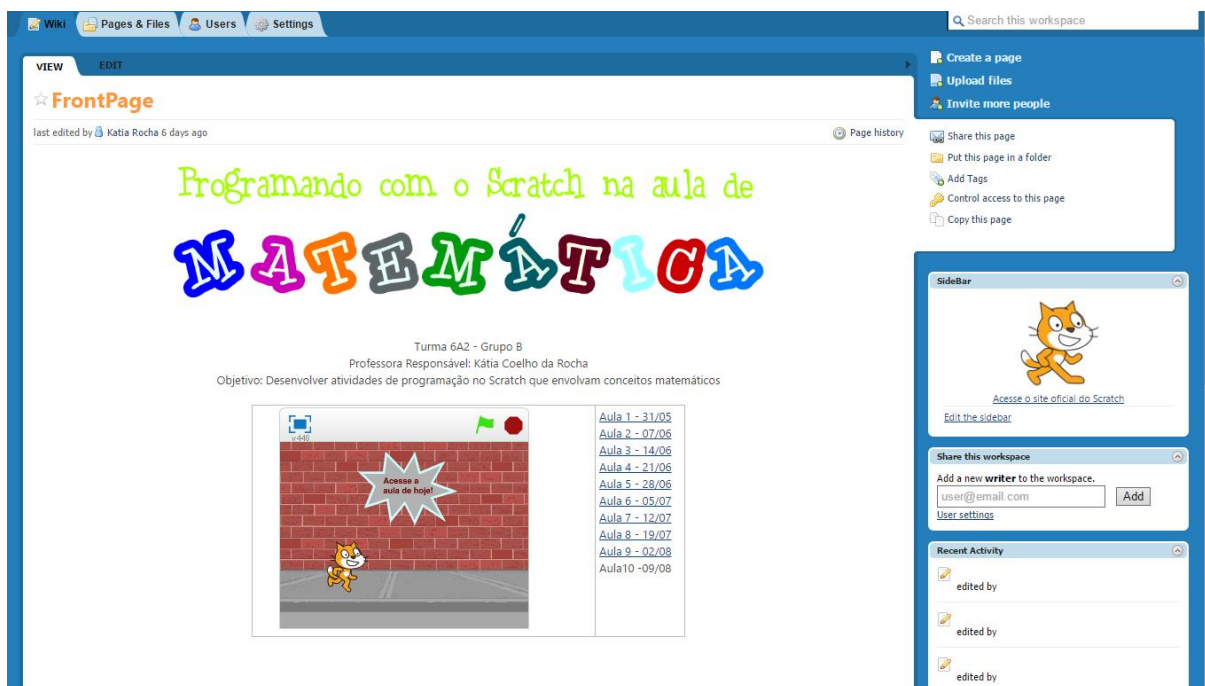
Devido a forma que os dados foram coletados com todos os alunos trabalhando ao mesmo tempo e a pesquisadora como coordenadora de todo o processo aplicar o método clínico, acompanhando individualmente cada sujeito durante a atividade, seria inviável. Por isso, buscou-se nele uma inspiração para a criação de um questionário guia que permitisse a pesquisadora ter elementos para iniciar com os sujeitos um diálogo sobre seus pensamentos durante as atividades propostas, auxiliando na observação do pensamento dos sujeitos enquanto programavam.

5.2.4 *Página na internet*

Durante os encontros foi utilizada uma página wiki²² privada, criada para disponibilizar aos alunos o roteiro das aulas e um espaço no qual poderiam registrar suas impressões durante a realização das atividades. A figura 33 ilustra a página inicial dessa wiki.

²² Wiki é uma página na web que pode ser editada de forma colaborativa por vários usuários ao mesmo tempo. As páginas wikis geralmente são baseadas em HTML e permitem, de um jeito fácil, rápido e colaborativo, postar textos, editar publicações da página, inserir imagens, sons, vídeos, criar novas páginas e hipertextos.

Figura 32: Página inicial



Fonte: A autora

A página inicial dava acesso à página de cada aula, que continha um roteiro das atividades propostas e um link para as páginas individuais dos alunos. Nas páginas individuais estavam as questões que serviram de inspiração para possíveis compreensões do pensamento dos alunos e que deveriam ser por eles durante a realização das atividades. A opção de disponibilizar na página individual as questões das entrevistas foi adotada na tentativa de obter-se o registro por escrito das impressões de todos os alunos durante a realização das atividades, já que a dinâmica e a quantidade de alunos atendidos ao mesmo tempo não permitiriam a realização das entrevistas com todos os alunos de forma concomitante. Nas páginas as questões foram divididas em antes e após a realização da atividade, a fim de acompanhar o pensamento do aluno em diferentes etapas do trabalho.

A página era privada, ou seja, apenas pessoas com senha de acesso podiam visualizar o seu conteúdo. As senhas de acesso eram individuais e foram disponibilizadas apenas para os alunos, o orientador da pesquisa, a professora titular da turma e a coordenação pedagógica da escola, devido aos direitos autorais e para preservar os sujeitos envolvidos. A pesquisadora tinha senha de administrador do

ambiente e, com isso, poderia verificar o acesso dos alunos e recuperar possíveis páginas ou conteúdos alterados sem intenção.

5.2.5 *Filmagens e fotos*

Os encontros foram filmados pela pesquisadora através de um tablet que ficava em suas mãos durante todo o encontro. Ao aproximar-se de algum sujeito da pesquisa, o tablet era posicionado de forma que a tela mostrada pelo sujeito pudesse ser filmada ao mesmo tempo em que o áudio do diálogo era gravado. A imagem 34 demonstra um desses momentos de interação entre a pesquisadora e um dos sujeitos.

Figura 33: Método de filmagem



Fonte: O orientador

As filmagens obtidas a partir desse contato direto permitiram reconstruir os momentos de interação, pois ao mesmo tempo era possível rever a tela com a construção realizada pelo aluno, o diálogo entre ele e a pesquisadora e os gestos do sujeito. Todos esses dados não seriam registrados de modo tão preciso através de uma foto ou um áudio acrescentados pelas lembranças e registros escritos do momento. Um dado importante do vídeo é a captura da tela com a construção do aluno no momento em que o diálogo ocorreu, já que os arquivos do Scratch produzidos pelos alunos contêm apenas o resultado final.

O processo de interação é dinâmico, e o registro em vídeo resgata essa dinamicidade. A possibilidade de ir e vir diante de cada situação colocou a pesquisadora em reflexão sobre as experimentações dos alunos no Scratch e com outros materiais, os questionamentos feitos em cada atividade, as possibilidades visuais oferecidas pelo software e que poderiam ser contempladas durante a entrevista, permitindo uma reflexão a respeito da sua própria ação como pesquisadora e na prática diária como professora-pesquisadora.

Mesmo com as filmagens do tablet, também foram feitas filmagens com uma câmera estática em um canto da sala, porém as falas misturadas dos alunos acrescentado à falta de mobilidade do material fizeram com que esse recurso não contribuísse de forma tão efetiva para a coleta de dados como o descrito anteriormente.

Fotos também foram tiradas, mas em número bem menor. A partir do próprio vídeo foram feitas as fotos, conseguindo-se assim um registro mais preciso do momento desejado.

5.2.6 Atividades propostas aos alunos e registros

Durante cada encontro os alunos produziram materiais no Scratch, seja em forma de desafio proposto pela pesquisadora ou através de produção própria. Esses arquivos foram salvos a cada encontro e, quando necessário, eram concluídos no encontro posterior; esse material serviu também como fonte de pesquisa.

A produção escrita de cada sujeito em sua página individual na wiki e as entrevistas realizadas também foram consideradas como dados e auxiliaram na compreensão do pensamento dos sujeitos enquanto programavam no Scratch.

Na próxima seção será descrita a sequência de atividades utilizada para a coleta de dados. Ela contém cada uma das atividades que foram propostas aos alunos.

5.3 Sequência de atividades

As atividades foram realizadas em 11 encontros semanais de 50 minutos. Cada encontro foi estruturado de acordo com os itens abaixo:

- objetivos - apresenta os objetivos a serem atingidos em cada encontro;

- atividades - expõe as atividades que foram desenvolvidas com os alunos;
- hipóteses - são as hipóteses da pesquisadora em relação às soluções e possíveis pensamentos dos alunos enquanto realizavam as atividades propostas;
- questionamentos durante as atividades - corresponde aos questionamentos que foram feitos aos alunos para auxiliar na compreensão do seu pensamento enquanto programavam. Esses questionamentos constituem o questionário guia inspirado no Método Clínico de Piaget. As questões propostas foram divididas em grupos, procurando atender, de maneira geral, a três itens: compreensão da atividade, compreensão matemática e programação. Essas mesmas questões foram disponibilizadas nas páginas individuais da wiki, porém agrupadas em antes e após a atividade.

Os encontros que serão apresentados a seguir geraram o produto didático desta dissertação que se encontra no apêndice A.

1° Encontro: Escrevendo algoritmos

Objetivo

- Descrever uma ação através de um algoritmo

Atividade

Ler a situação apresentada pela figura 35 e escrever os passos para a organização da mochila.

Figura 34: Atividade Inicial

Imagine que vamos acampar no sítio dos meus pais durante o próximo final de semana, sairemos no sábado pela manhã e retornaremos no domingo, após o almoço.

O sítio possui um campo grande, espaço para trilhas ecológicas, mas não possui lago nem piscina. A casa está em reforma, mas teremos acesso ao quiosque que possui um banheiro e uma cozinha grande com mesa e banco para todos. As refeições básicas como café da manhã, almoço e janta serão organizadas pelos meus pais. Cada um será responsável pela sua mochila com o material necessário para passar o final de semana.

O que você levará na mochila?

Descreva os passos que você fará para a organização dessa mochila, mas lembre-se que ao dispor o conteúdo nela deverá ter acesso rápido e fácil. Além disso, não haverá carregador de bagagens, portanto você deverá ser capaz de levar todo o seu material.



Fonte: A autora

2º Encontro: Conhecendo algoritmos

Objetivos

- Compreender o que é um algoritmo
- Conhecer o Scratch
- Realizar programações com movimentos e giros no Scratch

Atividades

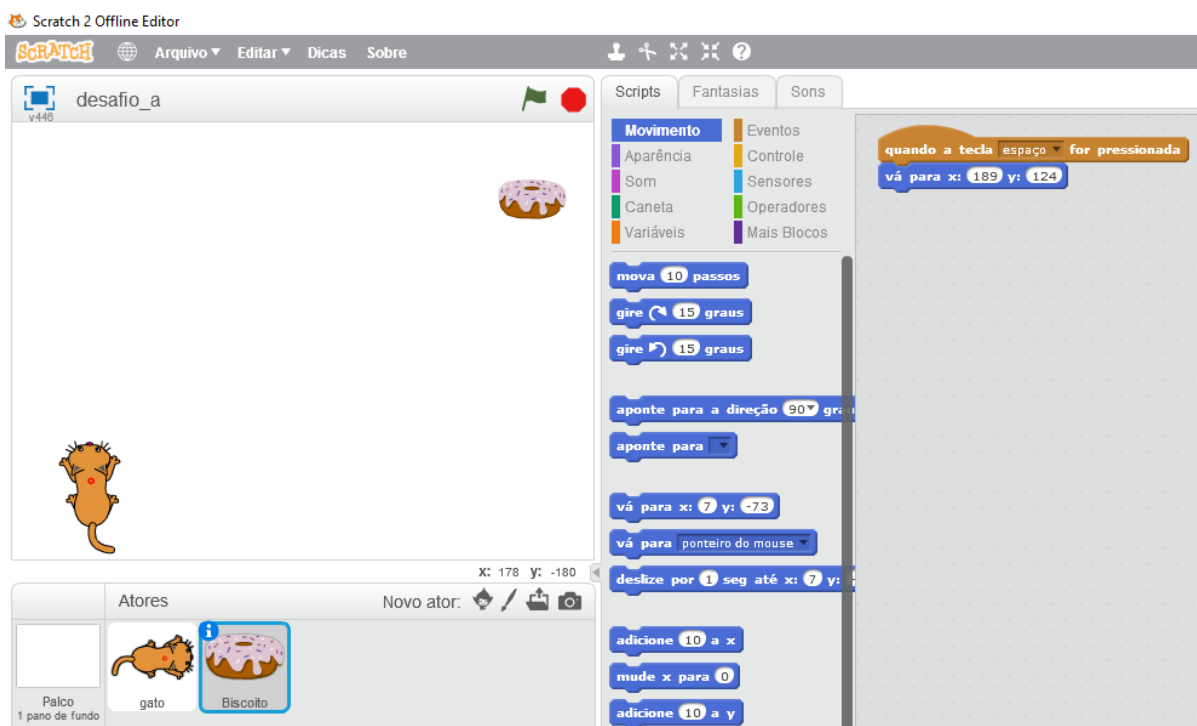
1 - Compartilhamento no grande grupo do que cada um escreveu em suas descrições e montagem coletiva de um “modelo” para a organização da mochila.

2 – Conhecer o Scratch

Apresentação do Scratch mostrando o palco, blocos e a área de comandos. A demonstração do software será realizada através de questionamentos aos alunos sobre quais blocos devem ser utilizados para que o *sprite* ande e depois gire para a direita e esquerda. Nesse momento apenas serão apresentados esses dois blocos de comandos sem a intenção de ensinar modelos.

3 - Desafio A: criar um algoritmo para que o gato chegue até o biscoito. A figura 36 representa a tela do Scratch com o desafio A.

Figura 35:Desafio A



Fonte: A autora

3º Encontro: Conhecendo algoritmos

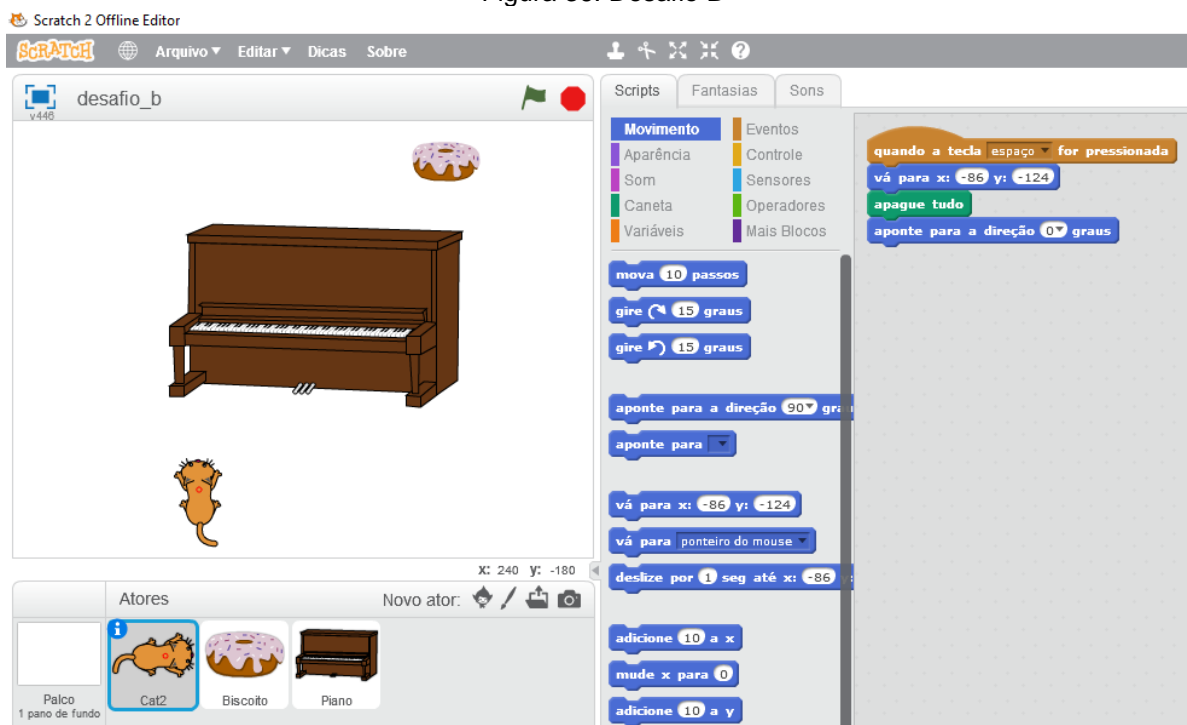
Objetivo

- Realizar programações com movimentos e giros no Scratch

Atividade

Desafio B: criar um algoritmo que leve o gato do ponto de partida até o biscoito sem tocar no piano. A figura 37 representa a tela do Scratch com o desafio B.

Figura 36: Desafio B



Fonte: A autora

4º Encontro: Identificando giros e trabalhando com labirintos

Objetivos

- Relacionar a ideia de giro com ângulo
- Criar um registro que represente os valores dos giros
- Identificar os valores dos giros durante a programação

Atividades

1- Observar um programa criado por um colega identificando giros e movimentos.

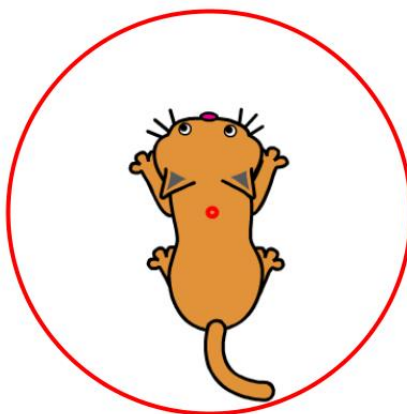
Questões feitas oralmente à turma:

- Observando a produção do colega, como vocês descrevem a ação do bloco “mova ___passos”?
- E a ação do bloco “gire ___graus”?
- Qual a diferença entre os dois blocos de “gire”?
- Vocês já ouviram falar nesse valor em graus? Onde? O que vocês sabem sobre isso?
- Se uma volta completa é 360° , quanto é meia volta?

- Qual o valor que representa a metade da metade de meia volta?

2 - Marcar os valores dos giros a partir da posição inicial do gato. O modelo do cartão que deverá ser entregue aos alunos está representado pela figura 38.

Figura 37: Cartão para marcar ângulos



Fonte: A autora

O cartão para registrar os valores do ângulo foi uma adaptação das ideias de Lanyi e Toth (1984), que utilizavam a técnica do prato de papel, a qual consistia em desenhar em um prato de papel a tartaruga e marcações com os giros utilizados no início das programações, conforme mostra a figura 39.

Figura 38: Cartão usado no LOGO



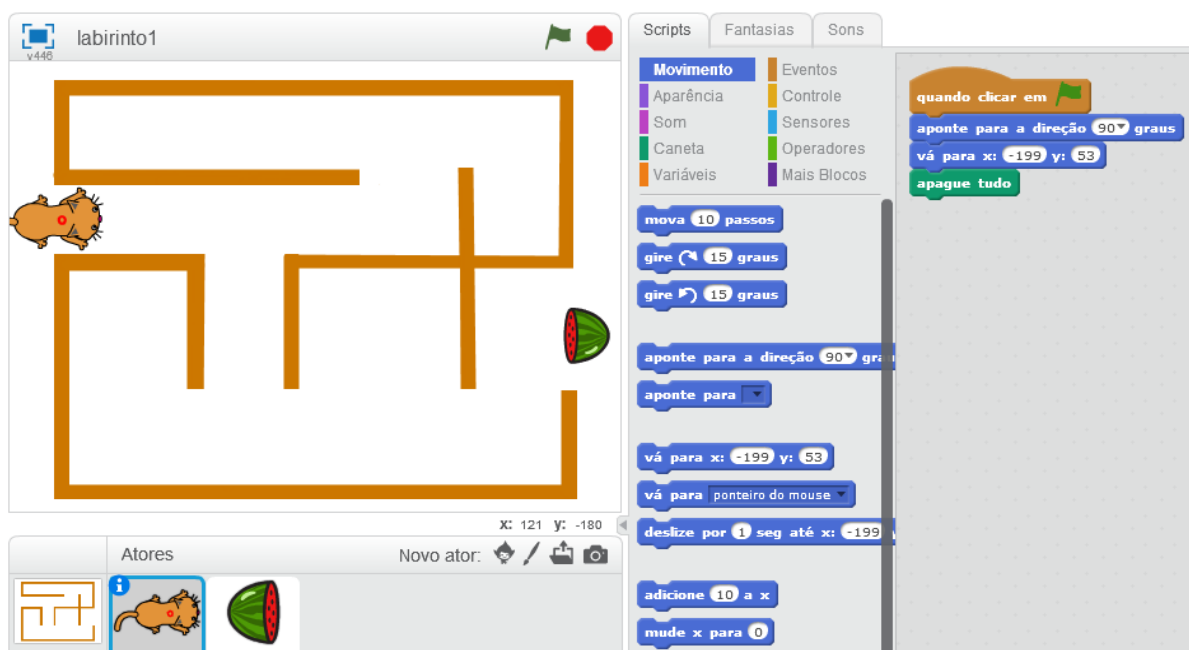
Fonte: Lanyi e Toth (1984)

O uso desse prato, segundo a experiência dos autores, auxiliava os alunos na compreensão dos graus utilizados para girar a tartaruga (LANYI; TOTH, 1984, p. 6).

Diante dessas ideias, optou-se por criar um cartão em que o *sprite* utilizado nas atividades já estava desenhado, nele os alunos poderiam fazer suas marcações para utilizá-lo em futuras dificuldades. Nas sugestões de Lanyi e Toth (1984) não há uma descrição sobre como eram realizadas as marcações, se os ângulos eram indicados pelo professor ou se deixavam os alunos livres para essa construção. A proposta desta pesquisa visava identificar como os alunos expressavam seus conhecimentos sobre ângulos; por isso, os cartões foram entregues e cada aluno fez o seu registro de acordo com suas compreensões.

3 – Programar o gato para que ele percorra o labirinto, sem tocar nas bordas, até chegar à melancia. O labirinto é ilustrado pela figura 40.

Figura 39: Labirinto 1



Fonte: A autora

5º Encontro: Corrigindo um bug na programação

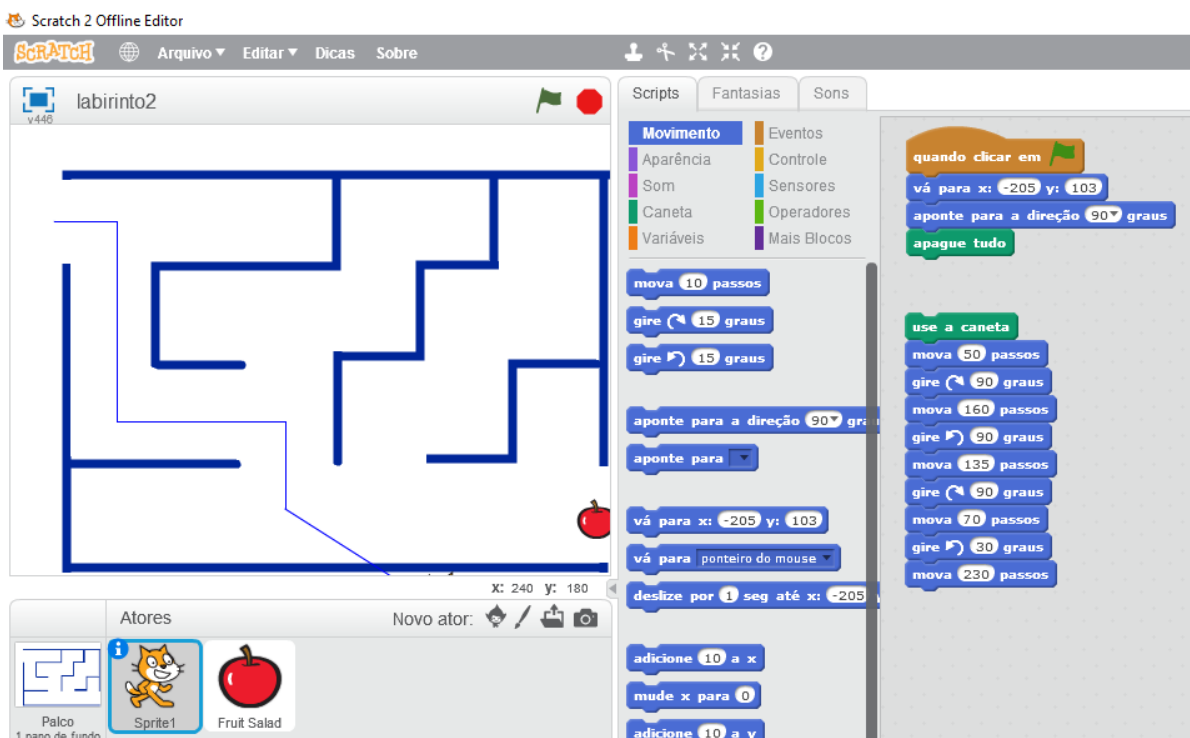
Objetivos

- Identificar os valores dos giros em diferentes situações de programação
- Analisar um algoritmo no Scratch
- Identificar o *bug* em um algoritmo e corrigi-lo

Atividade

1 - Analisar um algoritmo no Scratch com o objetivo de descobrir o *bug* na programação e corrigi-lo. A figura 41 mostra a tela do Scratch com o labirinto e o algoritmo com *bug*.

Figura 40: Labirinto com *bug*



Fonte: A autora

A iniciativa de propor um labirinto com erro foi adotada a partir da publicação de Sugarman (1982), que utilizou labirintos com *bugs* no LOGO a fim de trabalhar as etapas de resolução de problemas. Para Sugarman (1982), trabalhar com o LOGO encoraja os alunos, torna-os mais ativos e participativos no processo de ensino.

6º Encontro: Concluindo um algoritmo

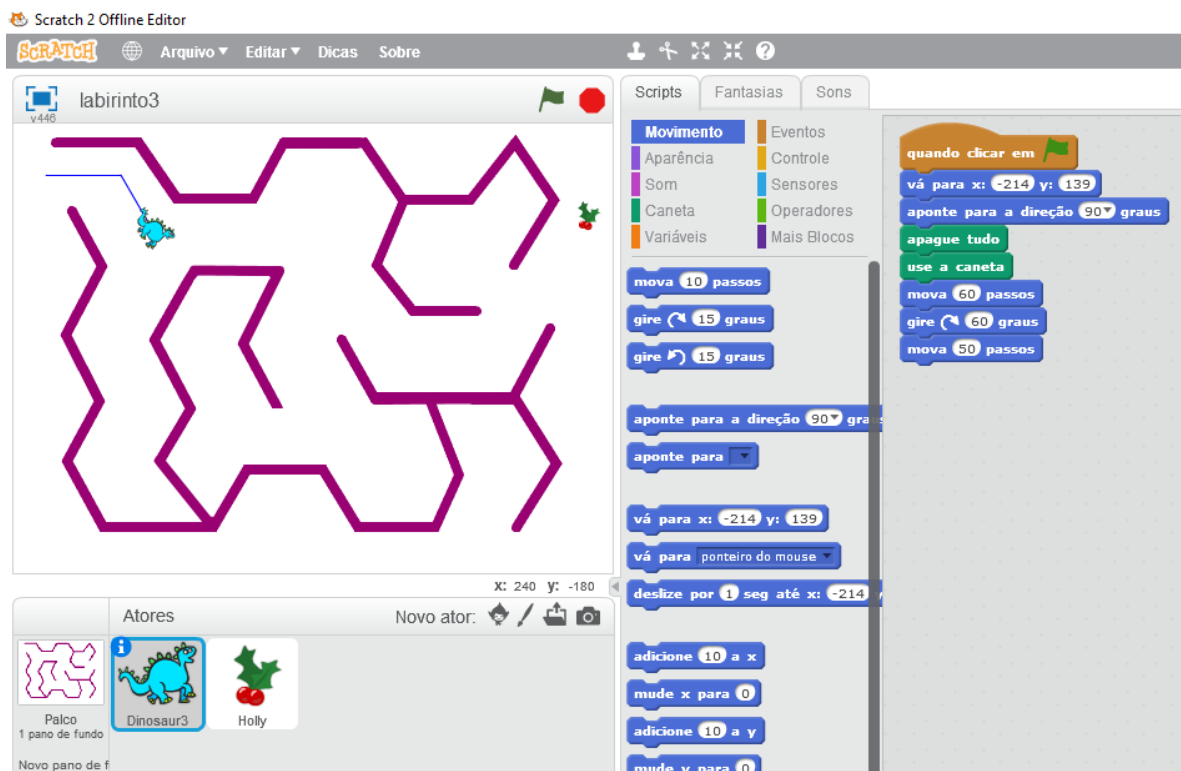
Objetivos

- Identificar os valores dos giros em diferentes situações de programação
- Observar o algoritmo tentando identificar padrões para concluí-lo

Atividade

1 - Observar a programação já realizada e completá-la a fim de que o dinossauro chegue até a cereja. A figura 42 mostra a tela do Scratch com o labirinto e a sua programação inicial.

Figura 41: Labirinto com parte do algoritmo



Fonte: A autora

7º Encontro – Construindo um jogo

Objetivos

- Planejar um jogo de labirinto
- Criar o cenário do seu jogo de labirinto
- Escolher/alterar/criar um *sprite* que represente o personagem do seu jogo

Atividades

1 - Planejar o jogo. Descrever como será o seu jogo.

2 – Conhecer o *Paint Editor* do Scratch.

Apresentação do *Paint Editor* do Scratch mostrando algumas das ferramentas básicas de desenho, cenários e atores disponíveis, além dos formatos bitmap e vetorial que podem ser realizados para a construção dos desenhos.

3 – Desenhar o cenário do labirinto e personagem do jogo.

8° e 10° Encontro – Programando o jogo

Esses dois encontros foram unificados no planejamento porque ocorreram em dois dias, sendo uma continuação da construção do jogo iniciada. Eles não ocorreram em sequência devido a uma reorganização da escola; entre eles ocorreu o nono encontro dentro da sala de aula, que será apresentado posteriormente.

Objetivos

- Utilizar blocos de controle de eventos
- Prever ações do jogador e contemplá-las no seu algoritmo
- Testar o jogo e identificar possíveis *bugs*
- Corrigir *bugs* no algoritmo

Atividades

- 1 - Conhecer alguns dos blocos de eventos e controles que podem ser utilizados no algoritmo do jogo.
- 2 – Construir o algoritmo do jogo.
- 3 - Identificar e corrigir possíveis *bugs*.

9° Encontro – Programando no papel

A proposta desse encontro contempla uma atividade em sala de aula, sem a possibilidade de visualizar ou interagir no Scratch.

Objetivos

- Identificar etapas necessárias para a programação no Scratch sem poder visualizá-lo
- Identificar como os alunos trabalham com o conceito de ângulo fora do Scratch
- Construir algoritmos para serem testados no Scratch

Atividades

1 - Observar a sequência de imagens em que a primeira representa a posição inicial do *sprite* e a segunda a posição final após a execução de um programa. A figura 43 representa a imagem que será entregue aos alunos.

Figura 42: Caminho 1

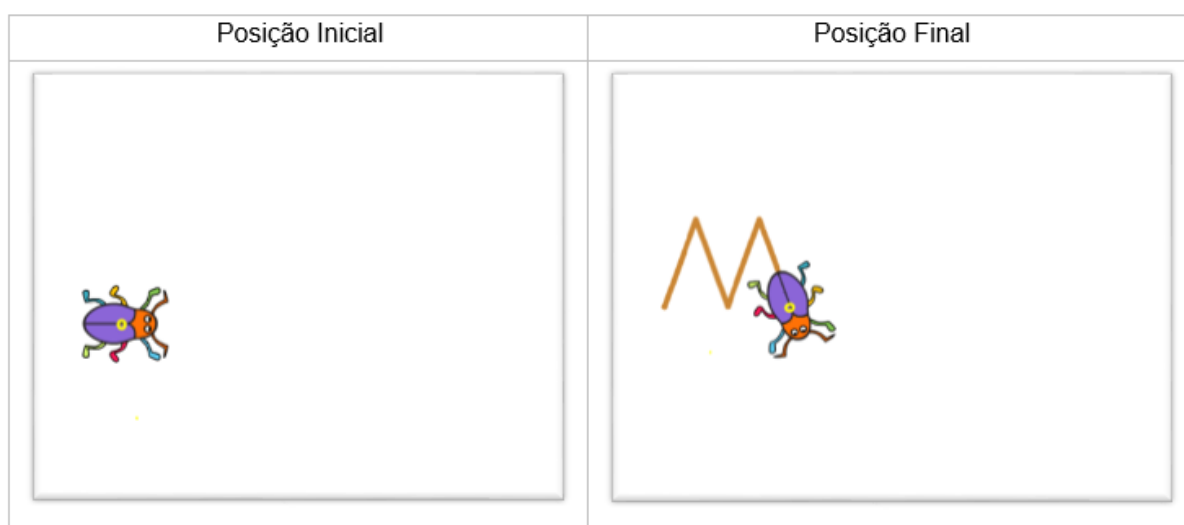


Fonte: A autora

Após a observação, criar um programa, no papel, para que o *sprite* reproduza o desenho.

2 - Observar a sequência de imagens apresentadas pela figura 44.

Figura 43: Caminho 2



Fonte: A autora

Novamente, após a observação, escrever um programa no qual o *sprite* reproduza o desenho.

11° Encontro: Testando algoritmos

Objetivos

- Reproduzir no Scratch as programações feitas no papel
- Identificar etapas necessárias e desnecessárias na programação
- Corrigir *bugs*

Atividade

Reproduzir no Scratch os algoritmos feitos no papel no 9º Encontro; após, verificar possíveis *bugs* e corrigi-los, fazendo o registro dessas correções na folha.

As atividades apresentadas neste capítulo formam um conjunto de dados que serviram como base para a análise dos dados desta pesquisa que será apresentada no próximo capítulo.

6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados considerou todos os dados descritos no capítulo anterior, e, a fim de dinamizar a leitura, foram trazidos, para cada encontro, um resumo das atividades propostas, as hipóteses e os questionamentos que serviram de guia para as entrevistas. Após se descreve o encontro, seguindo-se de sua análise. A identidade dos sujeitos foi preservada adotando-se letras maiúsculas do alfabeto para identificá-los.

Durante a construção dessa análise, foi possível observar parâmetros de condutas dos alunos, que no decorrer das atividades, com as experimentações e contatos com o Scratch, iam evoluindo. A partir disso foram identificadas fases (1, 2, e 3), sendo cada uma delas composta por duas subfases (A e B) que indicam períodos de transição entre as fases. Estas indicam possíveis compreensões dos alunos em relação ao conceito de ângulo e de programação. Algumas das condutas se assemelham às observadas por Fagundes (1986).

As fases foram construídas no decorrer da análise de cada encontro, que ia permitindo, a partir das atividades, perceber as compreensões dos alunos e sua evolução. Ao final da análise de cada encontro, há um quadro-resumo com as características identificadas até aquele momento a partir dos dados.

Abaixo será apresentado cada um dos encontros através de seções que serão subdivididas em outras, contendo a descrição e análise de cada encontro.

6.1 1º Encontro: Escrevendo algoritmos

Atividade

Ler a situação apresentada e escrever os passos para a organização da mochila.

Hipóteses

Hipótese 1 - Os alunos iniciarão pensando nas roupas que deverão colocar na mochila e não na mochila.

Hipótese 2 - Nem todos os alunos pensarão na praticidade ao organizar a mochila, considerando que devem colocar na parte superior os itens que irão usar com mais frequência.

Hipótese 3 - Os itens básicos serão organizados em uma pequena bolsa à parte.

Hipótese 4 - Alguns alunos se lembrarão de colocar lanches na mochila e que esses deverão estar organizados em partes separadas das roupas e materiais básicos.

Questionamentos durante a atividade

Descrição inicial

- O que é um acampamento?
- Quais são os materiais essenciais que você precisa levar?

Praticidade

- Qual ordem de organização dos materiais você pensou?
- Como você determinou essa ordem de organização?
- O que você considera itens básicos? Onde você os colocou?

Possibilidades

- Algum item que você colocou poderia ser retirado? Por quê?
- Há outra possibilidade de organização de algum grupo de itens?

6.1.1 Descrição do 1º Encontro

Os alunos mostraram interesse pela proposta, principalmente pela ideia de ter uma página da turma no qual teriam acesso ao material da aula. Alguns demonstraram o desejo de acessá-lo em casa, questionando: *Profe, a gente pode olhar em casa? Podemos trabalhar em casa?*. Esse interesse também foi observado durante a semana posterior à primeira aula, já que alguns continuaram acessando o ambiente para complementar sua tarefa.

O primeiro acesso à página demandou muito tempo, tendo em vista que os alunos não tinham prática com o uso do computador na escola; geralmente, quando o utilizam é para jogar a partir de sites que estão abertos no momento de sua entrada no ambiente. Mesmo com as dificuldades iniciais de acesso e dúvidas em relação às ferramentas de formatação do texto e de digitação, a turma mostrou-se disposta a ler e fazer a tarefa. Nessa aula as questões preparadas para o acompanhamento dos alunos durante a atividade não estavam contidas nas páginas individuais devido à

atividade proposta envolvê-los com escrita; desta forma, optou-se por realizar as questões com alguns dos alunos e posteriormente com todo o grupo.

Os registros dos alunos iniciaram, na maioria dos casos, com a preocupação em descrever os itens que deveriam ser colocados na mochila, como roupas, calçados, produtos de higiene, materiais típicos de acampamento, lanches. Outros alunos, além da descrição, mostraram uma forma de organização dos elementos dentro da mochila. Houve ainda um terceiro grupo cuja descrição estava acompanhada da sequência de ações a serem executadas.

Enquanto os alunos realizavam a atividade, questionavam-se e questionavam os colegas sobre o que era necessário levar, argumentando sobre os itens colocados, como expressou O: *Lá não tem cama, tem que levar saco de dormir.*

Assim, observa-se que mesmo durante a atividade individual os alunos trocavam ideias com os colegas, refletiam sobre sua escrita e tentavam compreender o que os colegas estavam fazendo. Foi uma atividade na qual estavam envolvidos e solicitavam auxílio para esclarecer dúvidas em relação ao acesso e à própria escrita, querendo informações que indicassem se estavam ou não corretos em suas suposições.

6.1.2 Análise do 1º Encontro

A reação inicial da turma foi favorável à proposta de trabalho, e os alunos mostravam curiosidade no momento em que a Wiki era exposta e aos poucos viam novos usos para o computador no espaço escolar. Até então, a aula no EVAM era mais um momento para reforçar as práticas escolares (PAPERT, 2008), em que o aluno reproduz os conteúdos ensinados pelo professor, neste caso usando “jogos educativos”.

Em suas pesquisas, Fagundes (1986) identificou que nas primeiras seções de programação havia alunos que pertenciam à Fase I A, que diz respeito à interação do sujeito com a máquina, em que a principal característica era relacionar o que estava sendo digitado com o que aparecia na tela do computador. Em alguns dos sujeitos dessa pesquisa identifica-se outro tipo de interação com a máquina relacionada à digitação e ao uso dos menus dos programas do computador.

Quanto à digitação, os alunos faziam experimentações no teclado na tentativa de identificar quais eram as teclas e em qual ordem deveriam ser pressionadas para

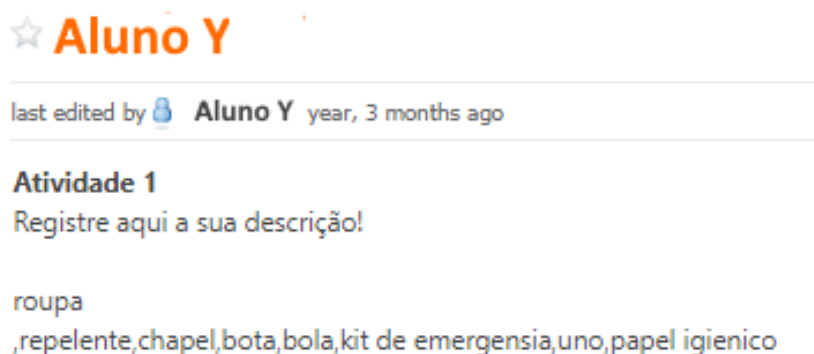
que executar acentos, sinais de pontuação e letra maiúscula. O que se chamou de uso dos menus dos programas é representado pelo reconhecimento do navegador na tela, a identificação da barra de endereços no navegador e o trabalho com múltiplas janelas. Tais usos eram operados por alguns dos alunos, enquanto outros não conseguiam acessar a página e solicitavam auxílio para identificar o navegador e o local onde deveria ser digitado o endereço da *wiki*. O uso de mais de uma janela durante a realização da tarefa fazia com que os alunos expressassem: *Onde está a tarefa? Tenho que abrir de novo a página?*

Uma grande parcela das crianças de hoje – e as dessa pesquisa se enquadram nesse grupo – têm acesso ao computador dentro e fora da escola; por isso, encontrar essa fase de interação com a máquina estava fora das hipóteses iniciais da pesquisa. Porém encontrá-la durante o processo mostra os desafios em relação ao uso do computador que ainda precisam ser superados, de modo que os alunos sejam mais ativos, produtores de conteúdos que usam o computador para se expressar e trabalhar em projetos pessoalmente significativos (RESNICK et al., 2009).

Em relação à escrita do algoritmo para a montagem da mochila, é possível perceber três tipos de algoritmos, um que apenas cita os elementos que seriam colocados na mochila e que foi utilizado pela maioria dos alunos; outro que, além de citar os elementos, apresenta alguma organização para os mesmos; e o terceiro que mostrara um pensamento algorítmico mais organizado, descrevendo os elementos que deveriam ser guardados na mochila, uma organização para estes e uma sequência de ações que indicam as etapas para a sua execução.

Os alunos que apenas descreveram os elementos tinham como foco principal citar todos elementos que estariam dentro da mochila. Na figura 45 identifica-se a produção do aluno Y que apresenta essa característica.

Figura 44: Descrição aluno Y



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Diante das respostas desses alunos, nota-se que possuem um esquema para resolver o problema: citar todos os elementos necessários para a sobrevivência, indicando o foco nos elementos e não na ação “organizar a mochila”. De acordo com Vergnaud (1993), para resolver uma situação os sujeitos se baseiam em seu repertório de esquemas, e, neste caso, pode-se supor que o repertório desses alunos esteja baseado em situações que não exigem uma maior elaboração escrita. Assim, essa categoria de alunos comprova a hipótese 1 que previa que os alunos iniciariam pensando nas roupas que deveriam ser colocadas na mochila e não na mochila; e a hipótese 2, em que nem todos os alunos pensariam na praticidade ao organizar a mochila, considerando que deveriam colocar na parte superior os itens que iam usar com mais frequência.

A aluna Q descreveu os elementos com uma preocupação em organizá-los, mas as etapas dessa organização estão não seguem uma sequência, ora está com a mochila pronta, ora volta a guardar elementos nela, como pode ser visto na figura 46.

Figura 45: Descrição da aluna Q

☆ **Aluna Q**

last edited by  Aluna Q  Page history

Eu arrumaria minha mochila, primeiro o mais importante roupas de banho de esporte e roupas de verão e de inverno levaria também levaria repelente uma barraca um alimento saudável tipo banana mamão água e coisas do tipo, higiene também é importante levaria para minha higiene escova de dente escova de cabelo suavacal papel higiênico remédios para prevenir de várias doenças, levaria também calçados de todas as estações e itens para sobreviver caso me perca, agora organização botaria minhas roupas no compartimento mais grande depois botar o repelente no bolso pequeno a barraca colocaria de cima depois que guardasse tudo continuando levaria numa lancheira meu lanche individual da mochila de pois colocaria minhas coisas de higiene pessoal num compartimento não tão grande também não tão pequeno meio na casa também remédios junto da minha higiene pessoal meus calçados junto de minhas roupas e mais importante levaria meus itens de sobrevivência numa mochila individual

Fonte: Sujeitos da pesquisa

Observando os dados apresentados por Q, identifica-se uma mudança na escrita em relação à anterior, a necessidade de descrever uma forma de organização para os itens, e uma aproximação da ideia de algoritmo, porém ainda sem ter uma sequência bem estabelecida das ações a serem executadas. A aluna apresenta uma série de antecipações visando ter acesso a todo o material necessário para sua sobrevivência; além disso, demonstra uma maior reflexão sobre a ação.

Os demais alunos realizaram uma descrição mais detalhada, conforme exposto pela figura 47.

Figura 46: Descrição aluna W

☆ **Aluna W**

last edited by  Aluna W  Page history

Atividade 1

Registre aqui a sua descrição

Para arrumar a minha mochila eu ia começar pelas roupas. Ia ver se vai fazer calor ou frio para ver que roupa botar na mochila. Depois eu vou botar os produtos de higiene como: escova de dente, escova de cabelo, pasta de dente, shampoo e condicionador. Daí eu vou botar as comidas. Depois algumas coisas para passar o tédio como celular e o tablet. Primeiro eu vou começar botando as roupas no fundo da mochila, depois eu irei colocar os produtos de higiene. Depois vou colocar as comidas e em outro bolso vou botar o telefone e o tablet.

Fonte: Sujeitos da pesquisa

Os alunos que utilizaram essa forma de escrita apresentaram uma estrutura mais próxima de um algoritmo, ou seja, um passo-a-passo que, ao ser executado na ordem descrita, produz um resultado desejado (WING, 2006). Os algoritmos mostram a divisão do problema “arrumar a mochila” em duas etapas, primeiramente citando o que estaria na mochila e posteriormente pensando em como seriam organizados esses objetos. Tal separação é semelhante às fases que Vergnaud propõe para a resolução de um problema matemático:

A primeira é aquela de seleção das informações e determinação das operações a serem realizadas. A segunda diz respeito aos processos de resolução das operações em si. Cada uma dessas etapas comporta objetivos, regras, representações e inferências. (MUNIZ, 2009, p. 46).

Assim, esses alunos demonstram ter clareza quanto aos objetivos da tarefa, ao caminho que poderiam seguir e às ferramentas necessárias para a sua execução, confirmando a hipótese 3, de que os itens básicos seriam organizados em uma pequena bolsa à parte; e a hipótese 4, de que alguns alunos lembrariam de colocar lanches na mochila e que esses deveriam estar organizados em partes separadas das roupas e materiais básicos.

A atividade de escrita de um algoritmo para a organização da mochila foi um primeiro momento em que se puderam identificar os esquemas ativados pelos alunos. Além disso, essa atividade os estimulou a pensar computacionalmente e, segundo Wing (2006), colocar em ação mais especificamente as ideias de *prefetching*²³ e *caching*²⁴. Esses conceitos estão diretamente relacionados com a proposta em que o aluno deveria pensar em itens que seriam necessários (antecipação de resultados) e na praticidade de organização de sua mochila.

Ao final desse primeiro encontro, identificaram-se alguns padrões de condutas adotadas pelos alunos enquanto realizavam a atividade proposta. A primeira fase, identificada até esse momento, foi chamada de Fase 1: Identificação do computador como ferramenta e está dividida em duas subfases, A e B. A principal característica considerada que distingue essas duas subfases é em relação à estrutura do algoritmo.

²³ *Prefetching* é uma ação de pré-busca que permite ao computador executar instruções ao mesmo tempo que outras buscas são realizadas.

²⁴ *Caching* está relacionada ao armazenamento de informações em locais que possam ser acessados mais rapidamente.

Abaixo apresenta-se o quadro 4 com as principais características encontradas em cada uma das subcategorias.

Quadro 4: Fases e subfases – 1º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Fase 1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	- Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo, citando apenas os elementos.	Y, X, U, T, S, R, N, P, O, K, M, L
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	- Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo	Z, W, V, Q

Fonte: A autora

6.2 2º Encontro: Conhecendo algoritmos

Atividades

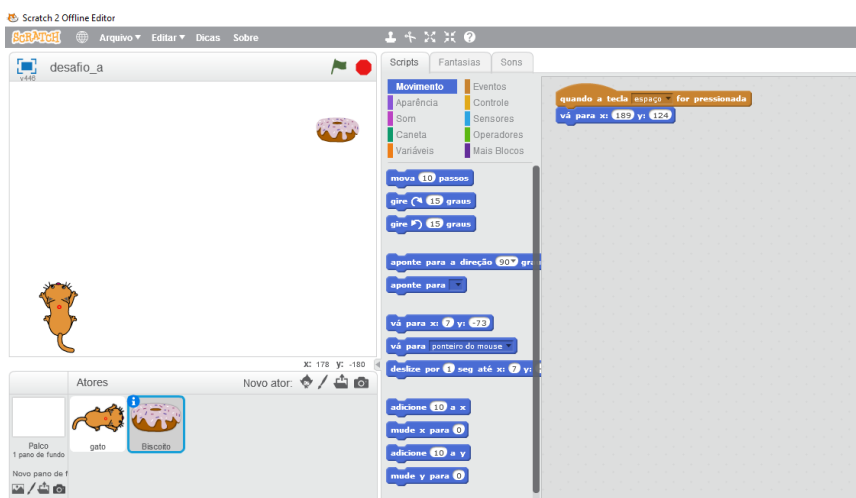
1 - Compartilhamento no grande grupo do que cada um escreveu em suas descrições e montagem coletiva de um “modelo” para a organização da mochila.

2 - Conhecer o Scratch

Serão mostrados o palco, blocos e a área de comandos.

3 - Desafio A: criar um algoritmo para que o gato chegue até o biscoito. A figura 48 representa a tela do Scratch com o desafio proposto.

Figura 47: Desafio A



Fonte: A autora

Hipóteses:

Hipótese 1 - Os alunos farão o trajeto do gato através de uma diagonal.

Hipótese 2 - Os alunos conseguirão programar o gato.

Hipótese 3 - Os alunos questionarão o que representa a programação já presente na área de comandos.

Hipótese 4 - Os alunos farão testagens para descobrir o giro e a quantidade de passos necessários para o deslocamento.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Como você fará o deslocamento do gato?
- O que você precisa "ordenar" ao gato?

Programação

- Quais os blocos necessários?

Compreensão matemática

- Como você descreve a ação do gato quando é executado o comando mova um determinado número de passos?

6.2.1 Descrição do 2º Encontro

Primeiramente os alunos apresentaram suas descrições e após montaram, em conjunto, a seguinte sequência para a organização da mochila:

- 1) organizar as coisas: roupas e sapatos;
- 2) pegar a mochila;
- 3) abrir a mochila;
- 4) colocar as roupas e sapatos dentro dela;
- 5) colocar a comida num bolso separado;
- 6) colocar a garrafa de água do outro lado;
- 7) colocar os itens de higiene em uma *nécessaire* e depois dentro da mochila;
- 8) fechar a mochila;
- 9) colocar a mochila nas costas e sair para a viagem.

A partir desses passos foi apresentada a ideia de algoritmo como uma sequência de ações que são realizadas em uma determinada ordem e resultam em uma ação final. Diante dessa definição, foram estabelecidas relações com a programação do computador.

A apresentação do software consistiu em mostrar o uso da caneta e dos blocos “mova” e “gire”, destacando a necessidade dos encaixes. A turma participou deste momento sugerindo valores, sendo que um dos alunos já mencionava o uso do ângulo de 90°, que não foi questionado pela pesquisadora nem pelo grupo.

O acesso à página ainda demandou bastante tempo, e a combinação inicial de que antes da programação deveriam ser respondidos os questionamentos iniciais foi constantemente lembrada. As respostas a esses questionamentos indicavam o uso dos blocos de “gire” e “mova”, além da necessidade de testagens no programa para a descoberta dos valores.

O uso do Scratch se baseou em testagens constantes, aparentemente exploratórias e na descoberta do bloco “vá para x:___y:___” por um dos alunos.

Em relação à questão que deveria ser respondida após a programação, apenas dois alunos destacaram que o significado do comando “mova” era andar para a frente, enquanto os demais responderam descrevendo a quantidade de passos utilizada em sua programação ou com afirmações vagas, como foi o caso de dois alunos cujas respostas foram *legal* e *ele me obedeceu*.

6.2.2 Análise do 2º Encontro

A montagem do algoritmo em conjunto fez com que os alunos fizessem negociações, argumentando sobre o que deveria estar presente e qual ordem deveria ser estabelecida. A discussão coletiva foi uma forma de auxiliar a reflexão sobre a sua própria construção. Durante esse momento, ao mostrar suas ideias e rever suas escritas, os alunos afirmavam: *Eu não tinha pensado em organizar a mochila, Bah, nem lembrei que tinha que levar saco de dormir*, mostrando a necessidade de reformular seus conceitos-em-ação e teoremas-em-ação (VERGNAUD, 1993).

Enquanto os alunos respondiam as perguntas anteriores à programação, mostravam insegurança e desejo de atender a vontade do professor, destacadas em perguntas como *É assim que tu quer?, Está bom?, Está correto?*. Essas perguntas reforçam o papel da escola como uma instituição que ensina (PAPERT, 2008), restando ao aluno pouco espaço para formular e testar suas próprias teorias.

Ao iniciar as programações no Scratch, os alunos faziam testagens constantes dos valores de giro e movimento. Esse fato mostra o início de apropriação da linguagem de programação pelos alunos, que também foi constatado por Fagundes (1986) durante a subfase I B.

A maioria dos alunos que na atividade da aula anterior que apenas citaram os elementos que seriam colocados na mochila, ao programar no Scratch, não faziam a montagem da sequência de comandos, deixando os blocos desencaixados, conforme se pode observar na figura 49.

Figura 48: Blocos desencaixados – aluno U

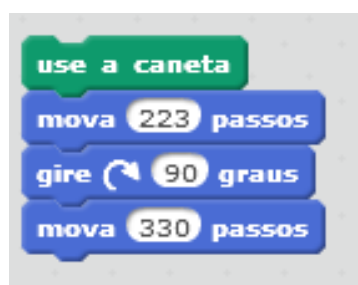


Fonte: Sujeitos da pesquisa

Ao deixar os blocos desencaixados, esses alunos mostraram que ainda não tinham se apropriado da linguagem que exigia “a construção ordenada da frase” (FAGUNDES, 1986, p. 145), ou seja, exigia um pensamento por procedimentos. Estes alunos, em suas descrições anteriores à programação, já mostravam o pensamento sem essa organização prévia, como é o caso de U, que descreveu que desejava *poupar caminho e que ele ande em linha reta*.

Outros alunos mostraram uma estruturação um pouco mais elaborada já na descrição anterior à programação, como foi o caso da aluna W: *Eu farei o deslocamento do gato de forma que ele fosse reto e depois virasse para a direção do biscoito*. Mesmo que sua descrição ainda não represente todo o algoritmo, já se identifica uma organização do pensamento em relação à ação a ser executada e a programação no Scratch já segue a linha dos encaixes, conforme a figura 50.

Figura 49: Algoritmo aluna W



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Os alunos experimentavam o software usando outros comandos e baseando-se em observações e experiências anteriores, como foi o caso do aluno K, que em sua programação utilizou o bloco “Vá para x:___y:___”, obtendo o seguinte algoritmo e resultado na tela mostrado pela figura 51.

Figura 50: Algoritmo do aluno K



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Ao ser questionado sobre os comandos utilizados, ele afirmou *usei o “vá para” e daí eu botei as coordenadas*. Sua estratégia para descobrir as coordenadas foi baseada na observação: *Eu comecei a botar o mouse aqui na e aqui mostra as coordenadas*. (Nesse momento K foi movimentando o mouse pelo palco do Scratch e mostrando que abaixo do palco era possível visualizar os valores das coordenadas). *Aí eu vim aqui e comecei a testar pra ver o que acontecia. E ele ia se “teleportando” para os lugares, aí eu pensei, será que dá pra ir pra cá* (nesse momento aponta para o biscoito). *Aí eu testei pra cá e ele veio*.

Observando a fala de K, identifica-se que este aluno utiliza uma classe de situações que já estão em seu repertório, mostrando um comportamento mais automatizado que está organizado por apenas um esquema (VERGNAUD, 1993), neste caso, o das coordenadas. O comportamento automatizado é fruto de experiências extraescolares no software Cinema 4D²⁵ e o conceito de coordenadas de experimentos, que indicam sua percepção a respeito do conceito de posição no plano cartesiano. A definição de coordenada para K é *Coordenada é, por exemplo, lá tu pode mexer com o mouse ou tu pode também colocar os números das coordenadas que ele já faz direto. Se eu quero testar, eu pego com o mouse e faço uma posição, aí eu vejo as coordenadas que tã e depois eu fico botando como eu quero*.

Em relação às hipóteses iniciais, identifica-se que a hipótese 1, os alunos farão o trajeto do gato através de uma diagonal, foi verificada apenas com a construção do

²⁵ Cinema 4D é um software para modelagem 3D, animação, texturização, iluminação e renderização 3D. A terceira dimensão é garantida por uma ilusão que é criada modelando objetos de múltiplas superfícies. O software permite que sejam construídos cenários, filmes, figuras, entre outros.

aluno K, já que os demais alunos procuraram um trajeto cujas linhas fossem paralelas à borda da tela, buscando constantemente, através de testagens, uma forma de fazer o gato “girar reto”, ou seja, 90° . Sendo assim, apenas a hipótese 3 que previa que os alunos questionariam o que representava a programação já presente na área de comandos, não foi verificada.

No final da aula, diante das sucessivas experimentações, percebia-se nos alunos um algoritmo mais organizado, utilizando os encaixes dos comandos e demonstrando um início de compreensão do software e da linguagem a ele associada. Os problemas de sintaxe encontrados por Fagundes (1986) não foram identificados com o uso do Scratch, já que os comandos estão prontos. O conceito de ângulo ainda é muito primário, sendo resultado de testagens, assim como foi caracterizado na fase I B de Fagundes (1986). Os alunos demonstraram identificar a necessidade de um giro para algum lado, mas o que esse valor representava ainda não era expresso, com exceção do aluno O, que mostrou, no momento em que o software era apresentado, que o ângulo a ser utilizado era o de 90° ; tal fato não foi investigado nessa aula, mas será apresentado posteriormente.

Ao final da aula, identificam-se mais algumas características das subfases 1-A e 1-B, além de uma evolução de alguns alunos para a subfase 1-B. Um dos alunos apresenta condutas que indicam sua compreensão a respeito do giro de 90° sem nenhuma testagem; diante disso, foi criada uma nova fase, chamada Fase 2: O ângulo como representação de um giro, cuja subfase 2-A representa essa compreensão do giro de 90° como um “número mágico”. A expressão “número mágico” está baseada nas pesquisas de Búrigo e Basso (1992) sobre o LOGO, onde os autores identificaram que os alunos utilizavam esses números mesmo sem compreender o princípio de composição dos algarismos e o conceito de ângulo, porque conheciam o resultado que estes apresentavam na tela. Nessa análise, usa-se a expressão com o mesmo sentido atribuído pelos autores, considerando a relação que os alunos estabelecem entre o valor do ângulo e o resultado expresso na tela, mesmo que não demonstrem compreensão do conceito de ângulo.

Segue o quadro 5 com as fases e subfases identificadas até o final desse encontro.

Quadro 5: Fases e subfases – 2º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: A identificação do computador como ferramenta	Subfase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	- Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes	Y, X, U, T, R, N
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros	- Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo	Z, W, V, Q, S, M, P, K
Fase 2: O ângulo como representação de um giro	Subfase 2-A: Reconhecimento de números mágicos para posições	- Identificação do giro de 90° sem testagens	O

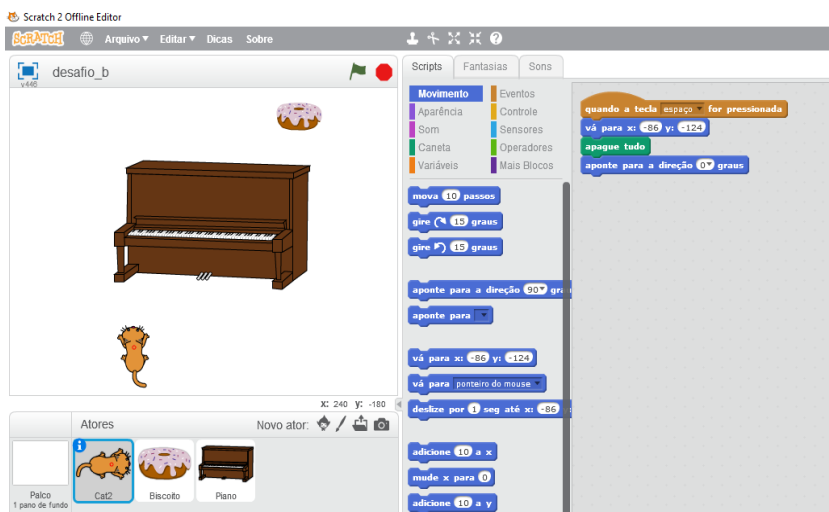
Fonte: A autora

6.3 3º Encontro: Conhecendo algoritmos

Atividade

Desafio B: criar um algoritmo que leve o gato do ponto de partida até o biscoito sem tocar no piano. A figura 52 representa a tela do Scratch com o desafio.

Figura 51: Desafio B



Fonte: A autora

Hipóteses:

Hipótese 1 - Os alunos farão testagens para descobrir quantos passos o gato precisa se mover e quantos graus precisa girar para não bater no piano.

Hipótese 2 - Alguns alunos estarão em busca, durante as testagens, do ângulo de 90°.

Hipótese 3 - Alguns alunos questionarão o que significa “grau”.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Como você fará o deslocamento do gato?
- O que você precisa “ordenar” ao gato?

Programação

- Quais os blocos necessários?
- Qual a sua dificuldade durante a realização da tarefa?

Compreensão matemática

- Como você descreve a ação do gato quando é executado o comando gira?

6.3.1 Descrição do 3º Encontro

Os alunos mostraram-se mais independentes para acessar a wiki, abrir o software e trabalhar com os menus dos programas.

Ao responder as questões antes de iniciar as programações no Scratch, eles mencionaram que deveriam utilizar os blocos “mova” e “gire”, além de testagens para descobrir a quantidade de passos e os valores dos giros. Durante a programação no Scratch, 8 alunos utilizaram o giro de 90°; desses, 5 fizeram testagens para chegar a esse valor, enquanto três já identificavam o giro ao observar a posição do *sprite*.

Após as programações, quatro alunos descreveram que a ação do bloco “gire” representava um giro, oito responderam de forma imprecisa como *legal, devagar, não sei* e os demais não responderam.

6.3.2 Análise do 3° Encontro

As respostas dos alunos às questões que antecediam a programação apontam para o uso dos seus conceitos-em-ação compreendidos na experiência da atividade anterior (VERGNAUD, 1993). As respostas de 12 alunos indicavam a necessidade dos blocos “mova” e “gire”, mostrando uma organização mais próxima de um algoritmo, como demonstram as descrições: *preciso ordenar que o gato gire e ande até o biscoito se deslocando do piano (ALUNA Z)*, *preciso orden-lo girar varias vezes 15 graus e avançar 400 passos com a caneta (ALUNO L)*, *preciso ordenar ao gato que ele vá para a esquerda depois reto e virasse para direita em direção onde está o biscoito (ALUNA W)*. Desta forma, identificam-se as mesmas características encontradas por Fagundes (1986) na subfase I B, em que os alunos percebem o que compõe o código; no caso das atividades, ele era composto por deslocamento e giro.

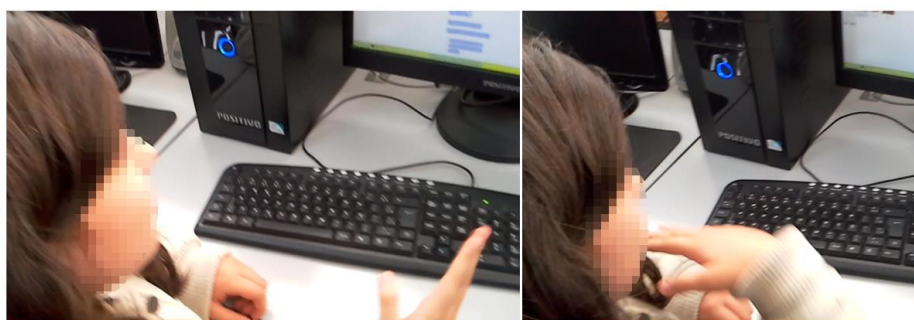
Outro fato comum com a subfase I B de Fagundes (1986) são as constantes testagens para a descoberta dos valores, o que era visível no momento em que os alunos programavam com sucessivos cliques e alterações no bloco gire. Além disso, afirmações como *eu fui testando (ALUNA Z)*, ou ainda, mostrando suas estratégias, *eu boto um valor, aí vou trocando até ficar na posição que eu quero (ALUNO L)*, reforçam o empenho dos alunos em encontrar o valor que representasse o movimento desejado, confirmando a hipótese 1, os alunos farão testagens para descobrir quantos graus precisa girar para não bater no piano.

Os programas eram compostos por frases mais elaboradas, com uso de blocos encaixados e até mesmo blocos que permitiam ao *sprite* “falar” algo quando chegava ao destino. Diante disso, os alunos mostraram que a noção de algoritmo – ou seja, o esquema que lhes permitia compreender e dar sentido ao conceito de algoritmo

(VERGNAUD, 1993) como uma sequência lógica de ações – foi sendo ampliada e, conseqüentemente, o número de alunos que atingiu a subfase 1-B aumentou.

As alunas W e S apresentaram características da subfase 2-A, não fazendo testagens para os giros de 90°, pois identificaram um “giro reto” durante o trajeto a ser realizado. Ao justificar o uso do giro de 90°, expressões como *90 fica reto* (Aluna S) e *90° é pra girar de lado* (Aluna W) fazem referência à ideia de que este valor representa um “número mágico”. Ao mesmo tempo que falava, W também gesticulava com o corpo para demonstrar sua compreensão, que pode ser visualizada na sequência de imagens da figura 53.

Figura 52: Ângulo de 90° para a aluna W

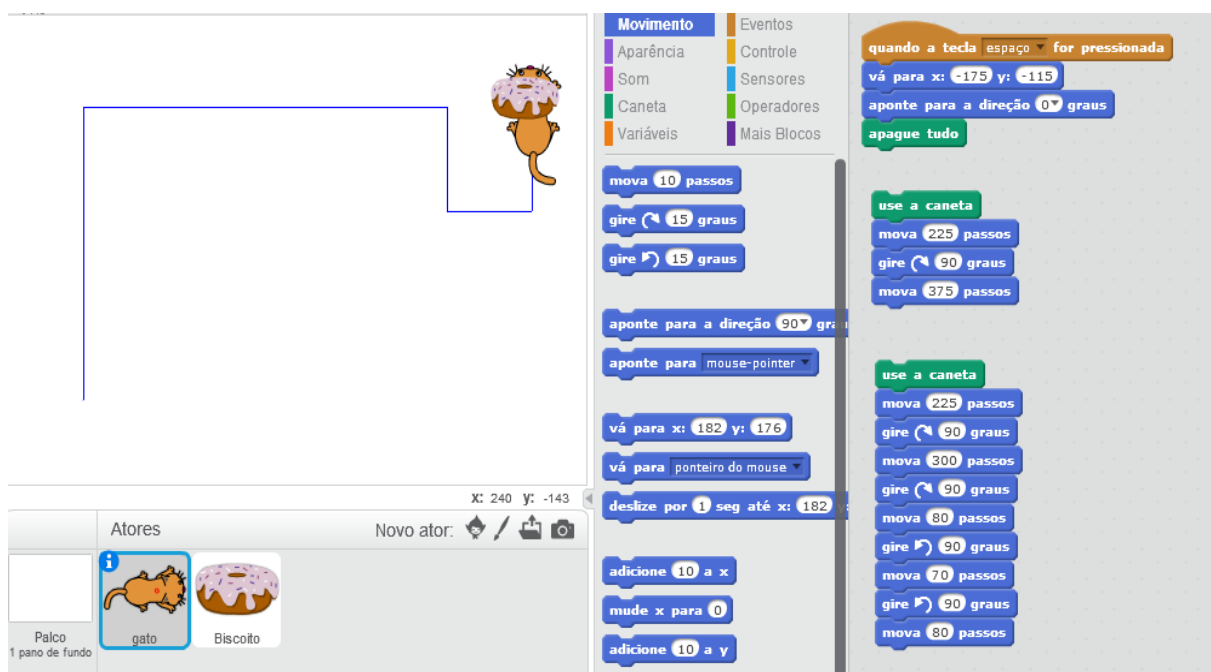


Fonte: Sujeitos da pesquisa

As imagens de W demonstram um início de sua compreensão a respeito do movimento representado pelo valor de 90°; como afirma Vergnaud (1993), seus conceitos-em-ação resultantes de sua observação em situações anteriores são utilizados como válidos para essa situação. Ao explicar seu programa e o trajeto executado pelo *sprite*, W demonstrou estabelecer relação entre os comandos e suas representações gráficas correspondentes ao apontar no palco do software o significado de cada comando. Esse isomorfismo foi encontrado por Fagundes (1986) em sua subfase II B.

O aluno O demonstrou sua compreensão de programa manipulável ao concluir a tarefa proposta e abrir novamente a atividade da aula anterior para criar uma variação, conforme pode ser visto na figura 54.

Figura 53: Desafio do aluno O



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Em sua explicação sobre a elaboração desse novo caminho, O afirmou que havia utilizado o programa anterior e que, para produzir o novo desenho, *era só alterar o final. O giro eu sabia que era 90, só testei os passos.* A fala de O demonstra sua percepção do programa como um objeto manipulável que pode ser utilizado para a criação de novos programas (FAGUNDES, 1986), ou seja, de que é possível alterar um programa para produzir resultados diferentes.

Além dessa observação, O demonstrou uma ampliação do conceito de ângulo ao fazer uma comparação com outras experiências, *Um dia eu tava calculando que 360° é uma volta inteira, eu fiquei calculando e vi que 180° era meio, 90° é um quarto de 360°. Ao ser questionado sobre como sabia que a volta completa era 360°, ele afirmou que 360° eu já ouvi falar que é uma volta toda, já ouvi falar bastante nisso, aí eu fui calculando pra ver. 360 aí vai pra 180, aí vai pro 90, daí vai pro 45 e assim vai indo.* As explicações de O mostram seu esquema para ângulo identificando situações em que o conceito está inserido, neste caso a atividade de programação; conjunto de invariantes, ou seja, seus conceitos-em-ação e teoremas-em-ação como “a volta é 360°” e todas as relações que ele estabelece a partir dessa compreensão; conjunto de formas de linguagem, demonstradas pelas suas diferentes representações, como os gestos que faz durante a fala e as programações variadas para o mesmo problema.

Diante das condutas de O, identifica-se outra subcategoria, denominada subfase 2-B, cuja principal característica está relacionada à extensão do conceito de ângulo como um giro e ao fato de que este se dá a partir da posição inicial do *sprite* e à identificação do programa como um objeto manipulável.

Em relação às hipóteses iniciais do planejamento, identificou-se que apenas a hipótese 3, que previa o questionamento sobre o significado de grau, não foi verificada. A hipótese 2 que estabelecia que alguns alunos estariam em busca, durante as testagens, do ângulo de 90° foi verificada para 8 alunos.

Abaixo apresenta-se o quadro 6 com as fases e subfases, ampliado com as novas características e subfases identificadas ao final desse encontro.

Quadro 6: Fases e subfases – 3° Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Subfase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	Y, U, R
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento 	Z, T, X, V, Q, M, P, K, L, N
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Subfase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica 	W, S
	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável 	O

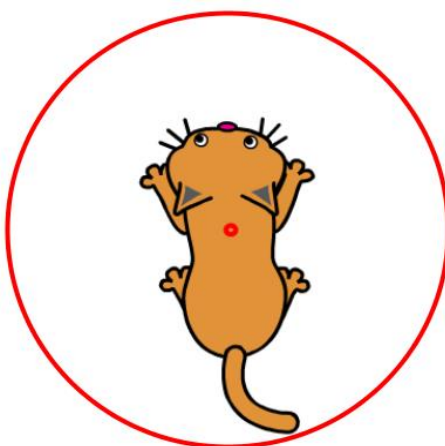
Fonte: A autora

6.4 4º Encontro: Identificando giros e trabalhando com labirintos

Atividades

- 1 - Observar um programa criado por um colega identificando giros e movimentos.
- 2 – Marcar no cartão os valores dos giros a partir da posição inicial do gato. O modelo do cartão está representado pela figura 55.

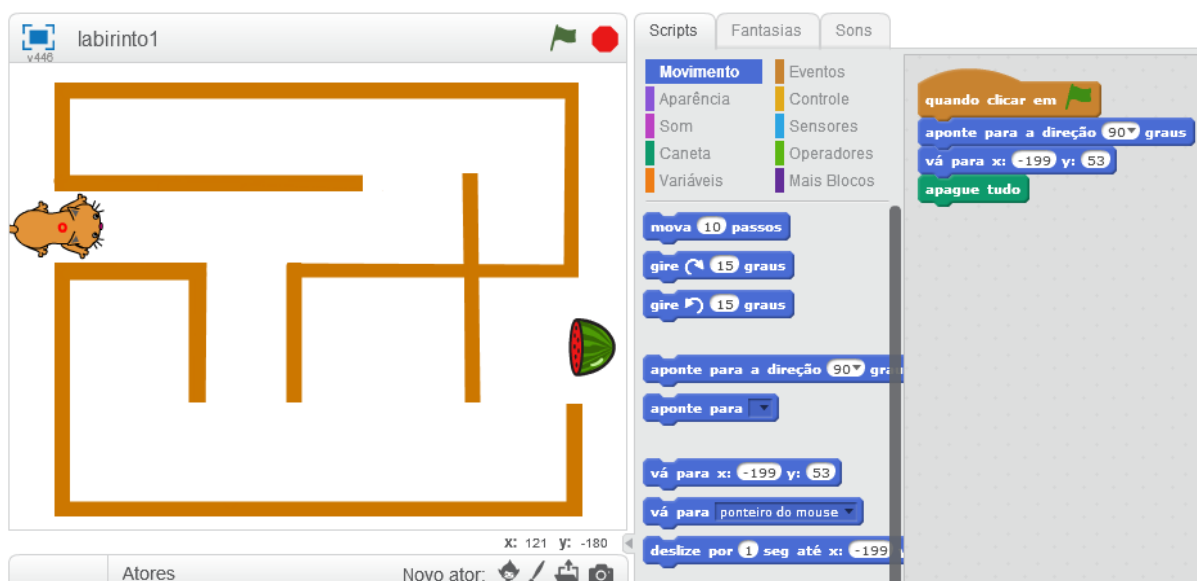
Figura 54: Cartão para marcar ângulos



Fonte: A autora

- 3 - Programar o gato para que ele percorra o labirinto, sem tocar nas bordas, até chegar à melancia. O labirinto que seria programado é ilustrado pela figura 56.

Figura 55: Labirinto 1



Fonte: A autora

Hipóteses

Hipótese 1 - Os alunos mostrarão exemplos de situações em que o conceito de ângulo é utilizado.

Hipótese 2 - Os alunos farão as marcações dos ângulos de 90° , 180° e 270° considerando o giro somente para um dos lados.

Hipótese 3 - No labirinto 1 os alunos identificarão os giros e utilizarão o ângulo de 90° sem fazer testagens.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Descreva o caminho que o gato deve percorrer.

Programação

- Você teve alguma dificuldade durante a atividade?

Compreensão matemática

- Como você descobriu os valores dos giros do gato?

6.4.1 Descrição do 4º Encontro

Inicialmente a turma observou a produção do aluno C, componente de outro grupo. A escolha foi feita em virtude dos arquivos concluídos estarem na máquina conectada ao projetor. A figura 57 mostra essa produção.

Figura 56: Produção do Aluno C



Fonte: Sujeitos da pesquisa

As observações iniciais da turma basearam-se em dizer os nomes dos blocos utilizados na programação. Alguns alunos, como O e L, identificavam a ação do bloco no rastro deixado pelo *sprite* apontando para o traçado que representava cada bloco de comando.

As questões feitas ao grande grupo eram respondidas geralmente por 4 alunos, que gesticulavam e estabeleciam relações com situações do dia a dia para mostrar que já sabiam que um giro completo era 360°. Afirmações como a de L, *na Geografia já ouvimos que a volta é 360°, mas o sor não explicou direito o que seria isso*, indicavam que os alunos tinham algum conhecimento sobre o assunto. Foi necessário apresentar a nomenclatura de ângulo como giro e que este é medido em graus.

Na confecção dos cartões, cada um ficou livre para fazer o seu registro. Assim, visualizaram-se diferentes estratégias dos alunos, uns indicando o giro apenas para um lado, outros para ambos.

Após a confecção dos cartões, os alunos partiram para a descrição do caminho a ser percorrido pelo *sprite*. Cinco alunos escreveram que o giro deveria ser de 90°, enquanto os demais apresentaram descrições mais gerais, citando apenas que seria necessário mover e girar, sem citar valores para os giros e passos. Dentre os alunos do grupo que não indicou que usaria o giro de 90°, apenas dois, no momento de programar no Scratch, não utilizaram o giro de 90° para criar o algoritmo.

6.4.2 Análise do 4° Encontro

Durante o momento inicial de análise da produção de um colega, a turma tentava compreender o que aquele conjunto de blocos representava no desenho, e isso era expresso por comentários como *ah ele usou o bloco “vá para o biscoito” e ele foi direto* (ALUNO L), *o mova 20 passos é lá no início* (ALUNO O). Estas afirmações levam à suposição de que esses alunos estabelecessem relações entre o comando e a parte da tarefa executada pelo *sprite*, mostrando compreender o programa e antecipar as suas ações.

As definições para o bloco “mova” foram *caminha pra frente* (ALUNO O), *anda reto* (ALUNA W), enquanto que para o bloco gire, *ele gira para o lado que tu quer* (ALUNO L), *é pra fazer ele girar 15 graus, 90 graus, 360 graus* (ALUNO O). A partir dessas afirmações, identificam-se as invariantes operatórias presentes nos esquemas

de giro e movimento desses alunos, demonstrando suas compreensões a partir das experiências anteriores com o Scratch.

O significado de grau se mostrava ligado a situações diversas em que se usa essa nomenclatura; alguns faziam referência à temperatura, outros à aula de Geografia, sem saber expressar o motivo ou conceito em que ele era empregado. Alguns meninos o relacionaram com fatos reais e afirmavam: *Y dá um 360 ali, 360 é um giro completo no skate*, ou seja, mostravam suas competências para tratar a situação do conceito de ângulo. A provocação dos colegas fez com que Y definisse 360° a partir de suas experiências, *no skate tem a manobra de 360 que é um flip e um 180 ao mesmo tempo, ele gira pra um certo lugar e fica virando* (ALUNO Y). Além da definição, Y a demonstrou com seu skate, conforme pode ser observado nas sequências apresentadas abaixo pelas figuras 58 e 59.

Figura 57: 360 no skate – parte 1



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Figura 58: 360 no skate – parte 2

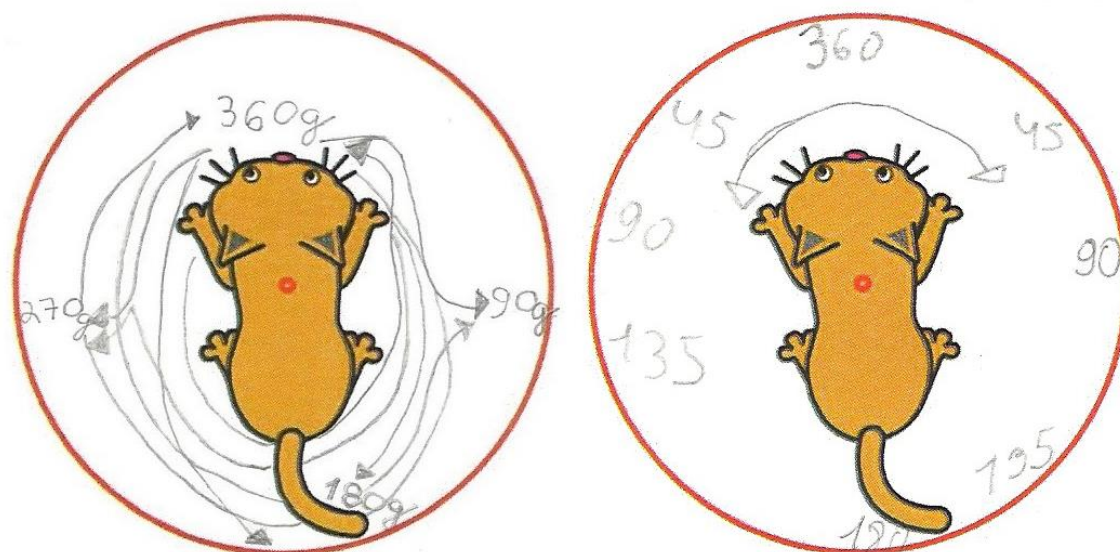


Fonte: Sujeitos da pesquisa

A figura 58 representa a manobra chamada *Flip*, e a figura 59 a manobra 360, e a combinação das duas é chamada *Ollie 360 Flip*, ou seja, um giro de 360° do skate sobre os seus dois eixos. As explicações de Y mostraram sua compreensão em relação ao giro de 360°, um giro completo; mesmo que ele tenha mencionado que era um giro de 180°, afirmava que após a manobra estaria *no mesmo lugar que eu comecei*, indicando a ideia de uma volta completa. A situação descrita em relação ao giro mostra a combinação de esquemas realizada pelos alunos para chegar à compreensão do conceito de 360°. O grupo de alunos que associou as ideias que estavam sendo discutidas à manobra do skate fez associações externas, identificando situações em que o esquema “360° = uma volta completa” pode ser utilizado; ou seja, eles já tinham em seu repertório as competências necessárias para tratar essa situação (VERGNAUD, 1993, 2009). A partir disso, pode-se confirmar a hipótese 1 que previa que os alunos mostrassem exemplos de situações em que o conceito de ângulo é utilizado.

Os registros dos alunos nos cartões permitem supor que 13 deles, de subfases variadas, têm uma ideia inicial de reversibilidade em relação ao conceito de ângulo (FAGUNDES, 1986; CHIAROTTINO, 2005), contrariando a hipótese 2 de que os alunos fariam marcações dos ângulos de 90°, 180° e 270° considerando o giro somente para um dos lados. A figura 60 mostra dois desses registros.

Figura 59: Cartões dos alunos Q e X

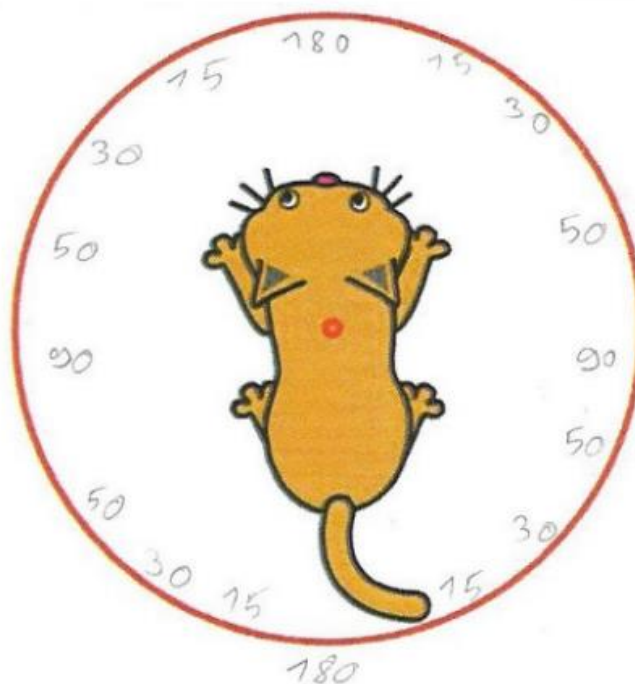


Fonte: Sujeitos da pesquisa

Os registros dos alunos mostram sua compreensão a respeito do giro que é fruto dos seus experimentos no software. Esse tipo de registro e compreensão não é comum, os próprios livros didáticos analisados na seção 2.2 traziam definições que nem sempre consideravam a possibilidade de giro para ambos os lados. O uso do Scratch permitiu aos alunos vivenciar situações, atribuindo significado ao conceito (VERGNAUD, 2009).

A compreensão de que o *sprite*, ao se mover, carrega consigo a sua posição adquirida na trajetória anterior foi identificada na produção e fala do aluno L. Observando seu cartão mostrado pela figura 61, nota-se que o aluno considerou num primeiro momento como posição inicial o *sprite* apontado para cima e, a partir dessa posição, escreveu os giros no primeiro e segundo quadrante, depois considerou o *sprite* apontado para baixo e marcou os giros no terceiro e quarto quadrante.

Figura 60: Cartão do aluno L



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Analisando a figura 61 acompanhada da explicação de L sobre o seu cartão para o giro de 50° reforça essa ideia, pois, ao apontar para o 50° marcado no primeiro quadrante, L afirma: *aqui é 50 graus, mas eu posso virar ele* (nesse momento L aponta para o 180° abaixo, indicando que poderia girar 180° para a esquerda) e *mandar ele virar 50 e ai ele para aqui* (L aponta para o 50° do quarto quadrante). Diante disso, o aluno demonstrou a sua confiança no esquema, deixando claro o conhecimento que possuía sobre o movimento do *sprite*. O aluno L demonstrou características de trânsito entre as subfases 2-A e 2-B, pois relacionou partes do programa com a sua representação gráfica (subfase 2-A) e também já representou compreensão de que o giro se dá a partir da posição inicial do *sprite* (subfase 2-B). Diante desses fatos e por até esse momento não ter todos os dados para sua caracterização, esse aluno foi classificado na subfase 2-A.

Nas descrições anteriores à programação, os alunos que já compunham a subfase 2-A identificaram que o giro a ser utilizado deveria ser o de 90° , sendo que este também foi utilizado durante a programação no Scratch. Outros alunos, P e K, que não estavam nessa subfase, mostraram a automatização desse esquema (VERGNAUD, 1993) e a identificação do número que fazia *girar reto* (ALUNO P),

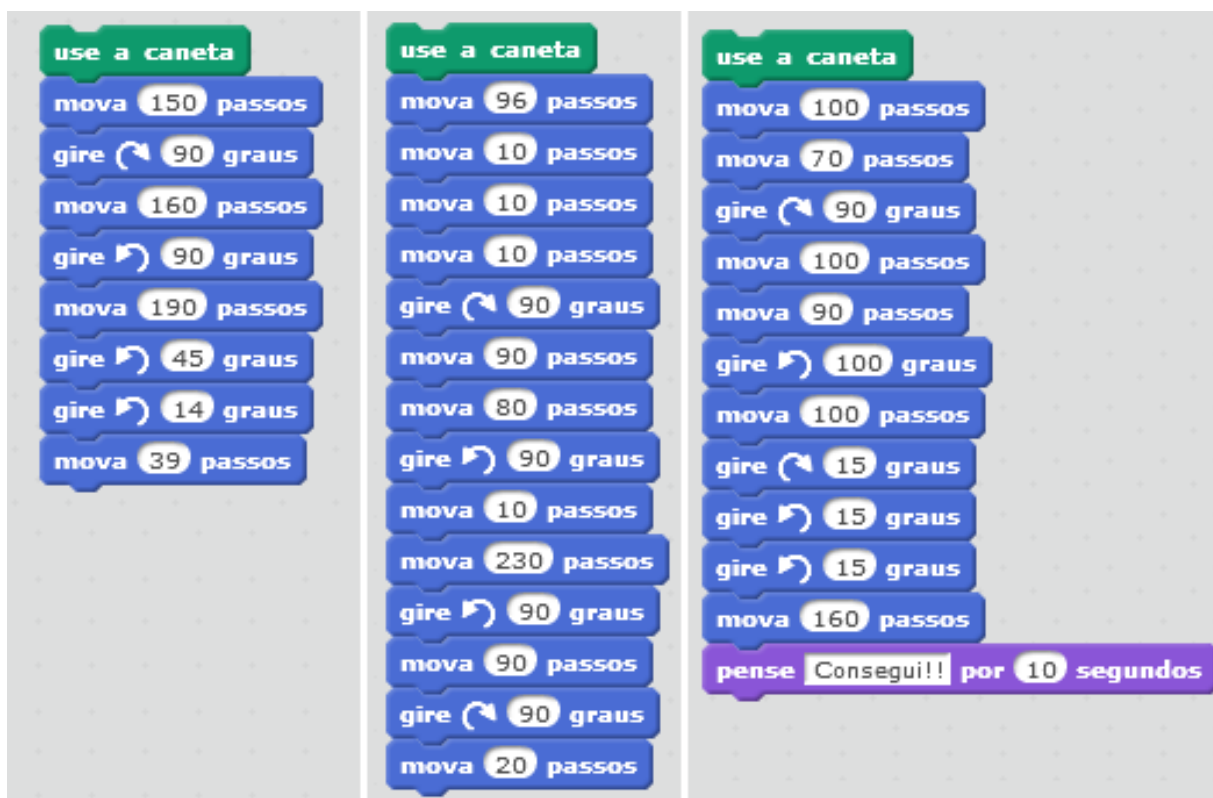
utilizando-o sem a necessidade de testagens. Com isso confirmou-se, para esses alunos, a hipótese de que no labirinto 1 os alunos identificariam os giros e utilizariam o ângulo de 90° sem fazer testagens.

Os algoritmos dos alunos que compunham a subfase 1-B demonstraram uma maior organização da escrita, apresentando uma espécie de algoritmo para a solução do problema e reforçando a ideia de que o código nessas atividades é composto por giro e movimento, como mostra a produção de X: *Ele vai ir reto e vai dobra para a direita vai andar reto vai dobra para a esquerda vai ir reto e vai girar para a esquerda.* As testagens no software se tornaram aos poucos mais conscientes e a observação do problema a ser resolvido passou a ser considerada, como afirmou Z: *Eu tentei até achar os 90 graus que deu certo, aí usei nos outros.* Segundo Fagundes (1998, p. 177), “É justamente essa condição de testar a tarefa que os algoritmos colocados no programa realizam, que produz novos feedbacks da própria ação, provocando novas regulações e gerando abstrações com maior poder de compreensão e em extensão”. Assim, as testagens são um momento importante durante a programação, permitindo ao aluno não só encontrar um algoritmo que realize a ação, mas refletir e explorar seus esquemas e fazer novas descobertas.

Ao final dessa aula, identificou-se que os alunos, Y, U e R, que estavam na subfase 1-A, evoluíram para a subfase 1-B, mostrando uma maior compreensão do software, criando algoritmos encaixados, baseando o movimento em giro e deslocamento.

Os alunos da subfase 1-B ainda demonstravam a ideia de que o programa foi criado para desempenhar uma tarefa e, como tal foi desempenhada, não viam necessidade de alterá-lo. A figura 62 traz os códigos de Q, U e R.

Figura 61: Programa de Q, U e R



Fonte: Sujeitos da pesquisa

As produções desses alunos deixam evidente a ideia descrita anteriormente: ao final de sua produção, consideraram seu código finalizado, não sentindo necessidade de unificar comandos que se completavam ou excluir comandos que se anulavam. Tais características também foram encontradas por Fagundes (1986) em sua subfase II A, em que os alunos compreendem que o programa deve ficar naquele formato porque deu certo.

Abaixo apresenta-se o quadro 7 com as subfases até esse momento.

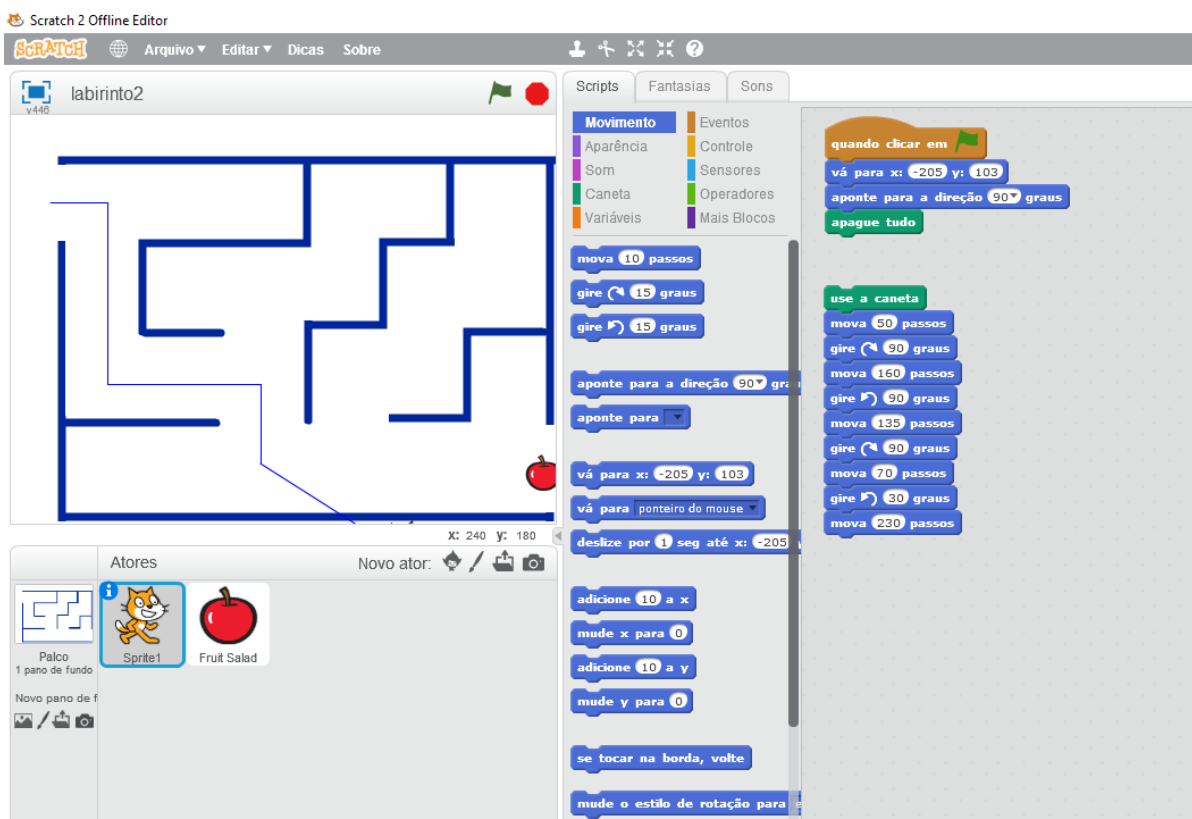
Quadro 7: Fases e subfases – 4º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Sufase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo 	Z, Y, X, V, U, T, R, Q, M, N
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Sufase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica 	W, S, P, L, K
	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável 	O

6.5 5º Encontro: Corrigindo um *bug* na programação

Atividade

Analisar um algoritmo no Scratch com o objetivo de descobrir o *bug* na programação e corrigi-lo. A figura 63 mostra a tela do Scratch com o labirinto e o algoritmo com *bug*.

Figura 62: Labirinto com *bug*

Fonte: A autora

Hipóteses

Hipótese 1 - Os alunos identificarão o *bug* no ângulo.

Hipótese 2 - Os alunos separarão o algoritmo em partes para identificar o *bug*.

Hipótese 3 - Os alunos argumentarão a correção do *bug* através da observação dos blocos existentes (sempre vira 90°).

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Qual problema você identifica nesse algoritmo?

Programação

- Qual procedimento você adotou para descobrir o *bug*?

Compreensão matemática

- O que é necessário fazer para corrigir o *bug*?

6.5.1 Descrição do 5° Encontro

No início da aula foram entregues aos alunos os cartões confeccionados na aula anterior para que pudessem ser utilizados como apoio para a realização da atividade, porém observou-se que esse recurso não foi utilizado.

A análise do algoritmo foi feita através de diferentes estratégias, como: separação dos blocos para acompanhamento de partes da execução do algoritmo; observação do trajeto desenhado pelo *sprite* comparando-o com os blocos e posicionar-se como o *sprite* para “imitar” seus passos.

Ao final todos os alunos fizeram correção, sendo que 9 alteraram apenas o giro e os demais vários blocos.

6.5.2 Análise do 5° Encontro

A atividade foi proposta visando observar as relações que os alunos estabeleciam entre o programa e as etapas executadas pelo *sprite*, sua concepção de conservação ou não do programa, além de identificar suas ideias a respeito do giro de 90°.

A estratégia adotada pela maioria dos alunos para analisar o labirinto foi a separação dos blocos para a testagem individual de cada um, comprovando a hipótese 2 que previa que os alunos separariam o algoritmo em partes para identificar o *bug*. Mesmo que os alunos visualizassem o local do trajeto com problema, a identificação do bloco era feita a partir da separação, como foi o caso do aluno K: *fui indo cada bloquinho de uma vez. Cliquei no primeiro, aí ele foi até ali, cliquei no segundo, no terceiro até ver o giro que foi errado.*

Os alunos que pertenciam à subcategoria 1-B alteraram várias etapas do programa antes e após o *bug*. Ao executar o comando com *bug*, percebiam no trajeto desenhado pelo *sprite* o erro, mas não o identificavam no conjunto de blocos. A correção foi feita separando os blocos, e, a partir do programa dado, novos valores para movimentos e giro eram testados até, ao final, obter um programa que funcionasse para a execução da tarefa. A figura 64 mostra o programa original e as correções dos alunos Z, R e X.

Figura 63: Programa original X Programas dos alunos Z, X e R



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Ao observar a produção dos alunos Z, R e X, verifica-se que os mesmos fizeram a correção alterando boa parte do programa. Essa característica não foi identificada por Fagundes (1986) na correção de *bugs*, pois, segundo a autora, os alunos num primeiro momento (subfase II A) consideram o programa imutável, abandonando-o ou criando um novo, e num segundo momento conseguem fazer depurações (subfase II B e fase III).

Os alunos que compunham as subcategorias 2-A e 2-B confirmaram a hipótese 1 corrigindo apenas o bloco que continha o giro, mas utilizando estratégias diferentes. Os da subcategoria 2-A demonstraram um início de compreensão do programa como um objeto manipulável, desmembravam e iam acompanhando cada etapa, dividindo a tarefa em subtarefas, conforme propõe Vergnaud (1993). O esquema de ângulo desses alunos lhes permitiu identificar o valor necessário sem testagem de valores. Já o aluno O da subcategoria 2-B apenas observava os blocos e suas ações no trajeto do *sprite*; na primeira tentativa de corrigir o *bug* usou seu próprio corpo, olhando para a tela do computador e fazendo o movimento com seu corpo. A figura 65 ilustra parte desse momento.

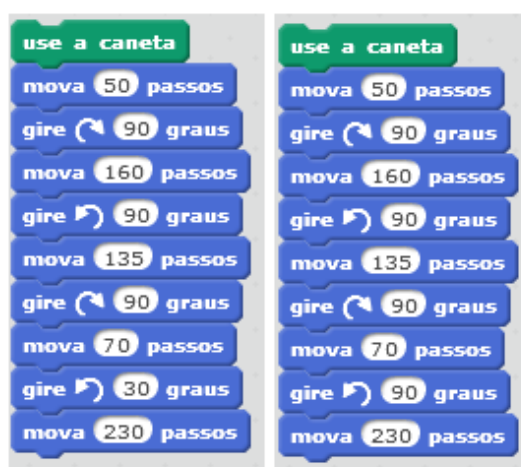
Figura 64: Aluno O imitando o gato



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Após algumas imitações, antes mesmo de chegar ao bloco que continha o *bug*, O observou os blocos e apontou para a sua reprodução gráfica, identificando o *bug* no giro e alterando-o. A figura 66 mostra o conjunto de blocos que formam o algoritmo com *bug* e o conjunto de blocos com a correção de O:

Figura 65: Programação original X Programação de O



Fonte: Sujeitos da pesquisa

O uso do corpo para imitar os movimentos do *sprite* também foi verificado por Fagundes (1986) em sua subfase I B. Segundo a autora, “Isto funciona na acomodação de seus esquemas ao modelo proposto, favorecendo abstrações pseudo-empíricas, isto é, atribuindo aos movimentos que aparecem na tela o significado de seus próprios esquemas motores” (FAGUNDES, 1986, p. 170). Neste sentido, as ações do aluno O reforçaram sua compreensão a respeito de como o *sprite* se movimenta pelo plano e como pode contribuir para pensar na matemática, assim

como foi proposto por Papert (1985). A mudança de *sprite* nessa atividade também pode ter sido um dos fatores que favoreceram esse recurso de O.

Um fator a ser considerado em relação aos giros utilizados para a correção do *bug* é que este foi descoberto, segundo os alunos, a partir de testagens, e não pela observação da programação já existente, conforme era previsto pela hipótese 3. Os alunos que se enquadravam na subfase denominada 2-A seguiram associando o giro a “números mágicos”, conforme o relato do aluno L: *o gato tava pra baixo, aí eu queria que ele virasse de lado, então era só virar 90°*.

O quadro 8 indica novas características nas descrições das fases.

Quadro 8: Fases e subfases – 5º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Subfase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa 	Z, Y, X, V, U, R, M
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Subfase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> 	W, T, S, Q, P, N, L, K
	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável 	O

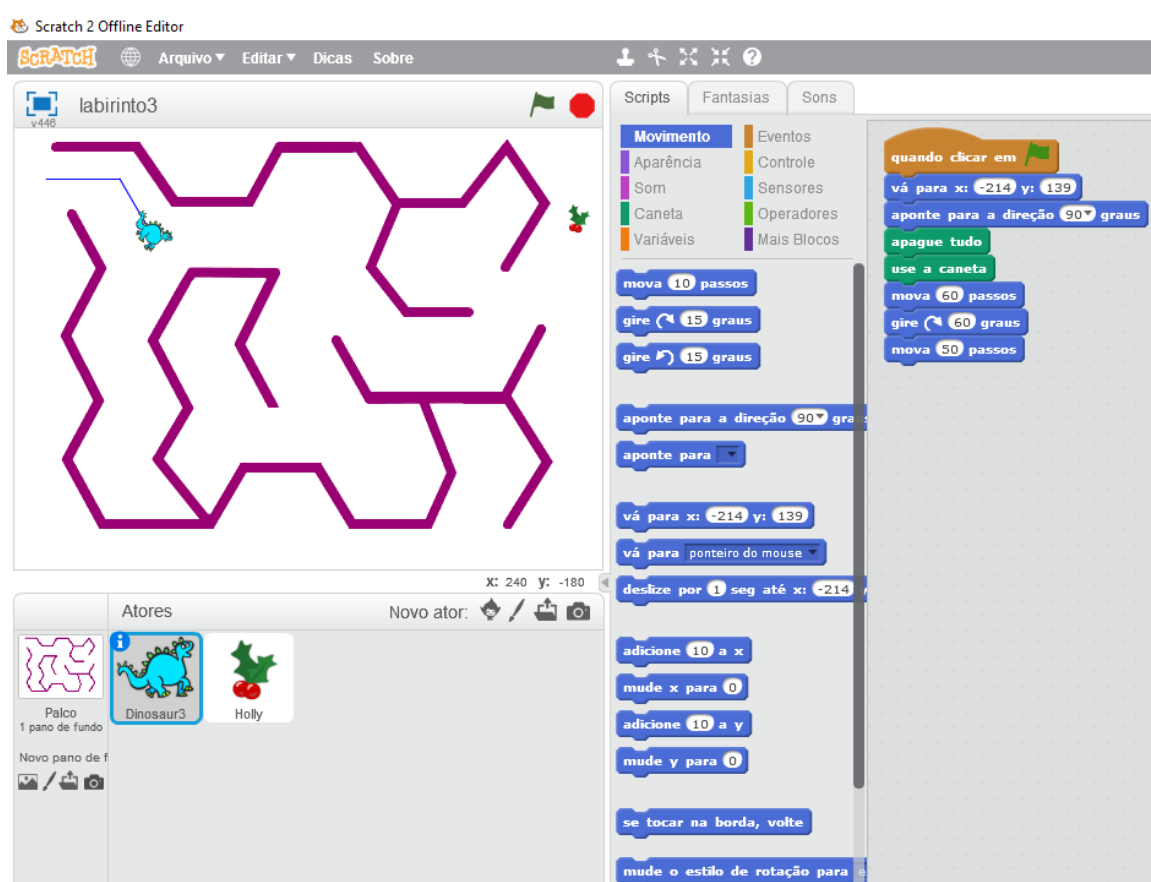
Fonte: A autora

6.6 6º Encontro: Concluindo um algoritmo

Atividade

Observar a programação já realizada e completá-la a fim de que o dinossauro chegue até a cereja. A figura 67 mostra a tela do Scratch com o labirinto e a sua programação inicial.

Figura 66: Labirinto com parte do algoritmo



Fonte: A autora

Hipóteses:

Hipótese 1 - Os alunos iniciarão olhando para os blocos e associando-os aos movimentos apresentados na tela.

Hipótese 2 – A partir da observação inicial, os alunos identificarão que o próximo bloco de giro a ser acrescentado é o de 60°.

Hipótese 3 - Os demais blocos de giro serão “descobertos” a partir da observação do desenho do labirinto, identificando que o giro é sempre o mesmo.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Qual caminho você deseja que o dinossauro realize?

Programação

- Os blocos já existentes precisam ser alterados?
- Quais blocos precisam ser acrescentados?
- Como você analisou a programação existente?

Compreensão matemática

- Qual o próximo giro que precisa ser realizado? Como você descobriu esse valor?
- Quais giros você utilizou para completar o resto do labirinto? Como os descobriu?

6.6.1 Descrição do 6º Encontro

Ao abrir o labirinto e iniciar os questionamentos referentes à programação que seria realizada, os alunos afirmavam que ele seria difícil de programar devido à necessidade de várias testagens, já que o caminho era diferente dos realizados até aquele momento. Nos questionamentos apresentaram respostas que não indicavam a programação que fariam, mas apenas citaram que seriam utilizados os blocos de mova e gire. Ao iniciar a construção do algoritmo, identificou-se que seis alunos utilizaram os cartões confeccionados para auxiliar na descoberta dos valores dos giros.

6.6.2 Análise do 6º Encontro

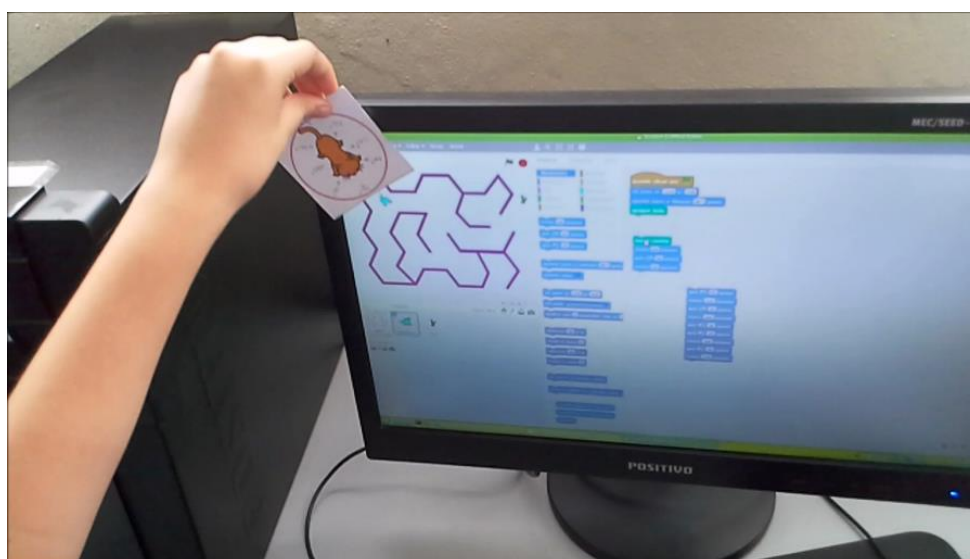
A atividade proposta para essa aula tinha como objetivo identificar como os alunos iriam usar a ideia de composições reversíveis em relação ao giro (FAGUNDES, 1986). Vergnaud, falando sobre o papel do professor na escolha das situações, afirma que

A resolução do problema é a origem e o critério do saber operatório. Devemos ter sempre esta ideia em mente e sermos capazes de proporcionar aos alunos situações que visem alargar a significação de um conceito e pôr à prova as competências e as concepções dos alunos. (VERGNAUD, 1986, p. 79).

Diante disso, acreditava-se que a proposta auxiliaria os alunos na ampliação do conceito de giro, porém as afirmações iniciais deles sobre a programação a ser realizada indicaram que não associaram a ideia de reversibilidade do conceito de giro na situação proposta. Além disso, o *sprite* escolhido para essa atividade não contribuiu de forma positiva para auxiliá-los; viam-se alunos testando valores e manifestando que *o dinossauro não fica reto, ele parece que tá, mas quando anda, fica torto* (Aluno P). Essa manifestação demonstra que um dos principais objetivos da atividade ficou comprometido devido ao modelo de *sprite* escolhido. Durante a realização a pesquisadora não considerou a possibilidade de alterar o *sprite*; a reflexão após o encontro a fez considerar essa hipótese, além de deixar evidente que os alunos não estavam certos de suas decisões, já que testavam os valores em vez de analisar a programação posta.

O uso do cartão foi um dos recursos utilizados pelos alunos e demonstrou a percepção deles sobre o sistema de giro do *sprite*. A figura 68 mostra um desses alunos usando a sua estratégia.

Figura 67: Estratégia da aluna W



Fonte: Sujeitos da pesquisa

A estratégia adotada por W e outros indica que compreenderam a ideia de que o *sprite* carrega consigo seu sistema de referência espacial, passando a apresentar características da subcategoria 2-B.

A noção de reversibilidade em relação ao giro foi identificada na produção de O, que se baseou na observação da programação inicial de acordo com o que foi suposto pelas hipóteses: os alunos iniciarão olhando para os blocos e associando-os aos movimentos apresentados na tela (hipótese 1); a partir da observação inicial, os alunos identificarão que o próximo bloco de giro a ser acrescentado é o de 60° (hipótese 2) e os demais blocos de giro serão “descobertos” a partir da observação do desenho do labirinto, identificando que o giro é sempre o mesmo (hipótese 3). A produção do aluno pode ser observada na figura 69.

Figura 68: Ideia de reversibilidade – aluno O

The image shows a Scratch workspace with a maze and a script for a sprite named 'Aluno L'. The maze is a complex path of purple lines. A blue line indicates the path of the sprite, starting from the top right and moving through the maze. The script on the right is as follows:

```

quando clicar em [bandeira verde]
vá para x: -214 y: 139
aponte para a direção 90 graus
apague tudo
use a caneta
mova 60 passos
gire 60 graus
mova 50 passos

gire 60 graus
mova 130 passos
gire 60 graus
mova 130 passos
gire 60 graus
mova 70 passos
gire 60 graus
mova 140 passos
gire 60 graus
mova 10 passos
se tocar na borda, volte
  
```

The interface also shows the 'Atores' (Sprites) area at the bottom, with a 'Novo ator' (New sprite) button and a selection of sprites, including a blue dinosaur-like character.

Fonte: Sujeitos da pesquisa

Ao acompanhar a produção de O, ele afirmou que havia colocado no primeiro bloco 50, mas depois trocou. Segundo O, o 50 parece que tá reto, mas quando faz, ele atravessa, faz curvado e o 60 ele vai reto. E justifica o uso do 60°: é que tu já tinha

colocado 60 e aí ele fica reto de novo. As afirmações de O são os primeiros indícios de que seus esquemas de giro estavam sendo ampliados. Esse tipo de experiência também foi identificado por Fagundes (1986) em sua subfase II B.

O conceito demonstrado por O traz uma nova fase denominada Fase 3, A coordenação de conceitos para a elaboração de programas, cuja subfase A foi chamada de Apropriação da ideia de reversibilidade do giro. A principal característica aqui está relacionada à compreensão do conceito giro de tal forma que permite ao sujeito fazer composições reversíveis, demonstrando uma apropriação do conceito conforme proposto por Piaget (CHIAROTTINO, 2005).

A maioria dos alunos que se encaixavam na subfase 1-B e 2-A, mesmo que incentivados, não utilizavam o cartão para a “descoberta” dos giros, e os que o utilizavam deixavam o cartão com o gato apontando para cima, ou seja, em posição diferente do *sprite*, não acompanhando o sistema de giro. Assim, a posição era determinada por sucessivos testes de giros. Entre os integrantes que no encontro anterior estavam na subfase 2-A viam-se alguns fazendo associações com o valor de 90°: *Com 90 ele vira reto pra cima, então é menos* (ALUNA S). Esses alunos mostravam compreender o sistema giro a partir da posição avançando para a subfase 2-B. Essa compreensão demonstra a combinação de esquemas desses alunos para a resolução dessa situação.

Abaixo segue o quadro 9 ampliado com as observações detectadas nas fases e subfases desse encontro.

Quadro 9: Fases e subfases – 6º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do uso do computador como ferramenta	Subfase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa 	Z, Y, X, V, U, R
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Subfase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> 	T, Q, N, M, K
	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável 	W, S, P, L
Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração de programas	Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de giros inversos 	O

Fonte: A autora

6.7 7° Encontro – Criando um jogo

Atividades

1 - Planejar o jogo. Descrever como será o seu jogo.

2 – Conhecer o *paint editor*.

Apresentação do *paint editor* do Scratch, mostrando algumas das ferramentas básicas de desenho, cenários e atores disponíveis, além dos formatos bitmap e vetorial que poderiam ser realizados para a construção dos desenhos.

3 - Desenhar do cenário do labirinto e personagem do jogo.

Hipóteses

Hipótese 1 - Os alunos farão uma descrição do seu jogo, apontando os comandos que serão utilizados durante o jogo.

Hipótese 2 - Os alunos conseguirão utilizar as ferramentas de desenho.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Quais ações devem ser realizadas no seu jogo?

Programação

- Quais comandos você precisa para realizar essas ações?

Compreensão matemática

- Quais os valores de giro você utilizará? Para quais teclas?

6.7.1 Descrição do 7° Encontro

O encontro iniciou com a apresentação da proposta de elaboração de um jogo. Cada aluno descreveu em sua página individual da wiki como seria seu jogo, quais comandos e teclas utilizaria.

A apresentação do *paint editor* foi feita através de uma demonstração das ferramentas básicas de desenho, como: pincel, borracha, preenchimento de cor, formas, espessura de linha, diferenças entre o modo bitmap e o modo vetorial. Destacou-se que o modo vetorial de desenho tem mais possibilidades, já que cada traço do desenho é um elemento em separado no programa, facilitando a edição.

Os alunos passaram todo o encontro envolvidos em seus desenhos, e chamavam quando tinham dúvidas em relação às ferramentas que queriam utilizar. Os questionamentos foram referentes a essas dúvidas, permitindo que eles expressassem suas dificuldades ou facilidades quanto ao software.

Ao final do encontro, boa parte da turma já havia construído o cenário do jogo e estava seguindo com a construção do personagem, que foi concluída no início do próximo encontro.

6.7.2 Análise do 7º Encontro

As descrições dos alunos sobre o seu projeto de jogo demonstravam o desejo de construir um jogo difícil, em que os movimentos deveriam ser andar para a frente, para trás, virar para a direita e esquerda. Os alunos classificados na última aula como pertencentes às subfases 2-A, 2-B e 3-A foram aqueles que apresentaram mais elementos ao seu projeto. Este foi o caso da aluna W, que em sua descrição apontou: *Meu jogo eu quero que seja rosa pink ou roxo. A dificuldade tem que ser média e quem errar o caminho vai morrer e reiniciar o jogo e não pode andar para trás só para frente e para os lados. Os blocos necessários são o de andar e virar.* Em sua descrição W apresentou as ideias iniciais do seu jogo e demonstrou já ter claro quais comandos serão necessários para a realização das ações. O aluno K, também enquadrado nessa categoria, descreveu quais teclas desejava usar: *W pra cima, S pra baixo, D pra direita e A pra esquerda.* Esses alunos mostraram em seus projetos um pensamento mais organizado e que considera os elementos da programação, não pensando como um computador, mas usando sua inteligência para resolver problemas com o computador (WING, 2006), aspecto primordial para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Os demais alunos pertencentes à subfase 1-B apresentaram aspectos mais gerais do jogo, como é o caso do aluno X, que afirmou: *Meu jogo vai ser um gato, vai pegar um rato,* ou ainda como U: *Quero um jogo difícil, com obstáculos.* Esses alunos tinham ideia do que queriam em seu jogo, apresentando elementos que deveriam conter e conseguindo descrever como seria, mas não apresentaram ideia de como isso poderia ser feito e quais blocos do Scratch auxiliariam no desempenho do jogo. Desta forma, a hipótese que afirmava que os alunos fariam a descrição do jogo

apontando os comandos que seriam utilizados foi confirmada apenas pelos alunos que compunham as subcategorias das fases 2 e 3.

Ao apresentar as ferramentas do *paint editor*, percebiam-se os alunos muito interessados; alguns afirmavam que nunca haviam desenhado no computador, outros que já conheciam programas de desenho. Os primeiros momentos de uso do *paint editor* estavam mais relacionados à exploração e ao conhecimento dos desenhos que o próprio programa oferecia. As características apresentadas aqui mostram semelhanças com as identificadas por Fagundes (1993) em sua subfase I-A, quando os alunos faziam relações entre as teclas pressionadas e os efeitos delas na tela, porém nesse caso as relações eram entre as ferramentas do editor e suas ações.

Nessa aula reforça-se a hipótese de que os alunos estavam mais autônomos em relação ao computador, procurando mexer, explorar as ferramentas, alterando cores e formas dos *sprites* já disponibilizados pelo software sem a intervenção da pesquisadora. Apesar de identificar que algumas competências de uso do editor de desenho ainda não faziam parte do repertório de esquemas de todos os alunos, suas explorações lhes permitiam a criação de estratégias para desenhar. A aluna Z, por exemplo, quando identificou que o software não tinha o *sprite* que ela desejava utilizar, fez o seu próprio desenho e passou a observar como o software funcionava, criando seu esquema para a manipulação da ferramenta. Ao desenhar o seu personagem, identificou que a função desfazer, quando ativada, *apaga tudo o que fiz por último e não só o pedacinho que ficou ruim*; após algumas tentativas, percebeu que dividir seu desenho em pequenas partes fazia com que tivesse mais precisão no uso dessa função. Assim, o programa possibilitou a reflexão da aluna sobre a situação, permitindo-lhe criar um esquema para utilizar a ferramenta (VERGNAUD, 1993).

Observar o software e ir descobrindo suas possibilidades para a produção do desenho foi uma característica presente em todos os alunos. Suas experimentações reforçam a ideia do computador como uma ferramenta que lhes permite criar (RESNICK et al., 2009).

Ao final dessa aula puderam ser ampliadas as características das subfases já descritas até aqui e que estão expostas no quadro 10.

Quadro 10: Fases e subfases – 7º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Sufase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa - Exploração de ferramentas do software e elaboração de esquemas para usá-las 	Z, Y, X, V, U, R
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Sufase2-A: Reconheci mento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Estabelecimento de relação de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> - Planejamento de jogos 	T, Q, N, M, K
	Subfase2-B: Compreens ão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável - Antecipação de comandos que executam tarefas 	W, S, P, L

Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração de programas	Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade	- Utilização de giros inversos	O
---	---	--------------------------------	---

Fonte: A autora

6.8 8º e 10º Encontro – Programando o jogo

Objetivos

- Utilizar blocos de controle de eventos.
- Prever ações do jogador e contemplá-las no seu algoritmo.
- Testar o jogo e identificar possíveis *bugs*.
- Corrigir *bugs* no algoritmo.

Atividades

- 1 - Conhecer alguns dos blocos de eventos e controles que poderiam ser utilizados no algoritmo do jogo.
- 2 - Construir o algoritmo do jogo.
- 3 - Identificar e corrigir possíveis *bugs*.

Hipóteses

Hipótese 1 - Os jogos de labirinto dos alunos envolverão movimentos para a frente, para trás, para a direita e para a esquerda

Hipótese 2 - Alguns alunos apresentarão a necessidade de corrigir os giros que fazem com que o personagem fique de cabeça para baixo.

Hipótese 3 - Alguns alunos perguntarão a respeito da possibilidade de usar comandos de sensores e de pontuação.

Hipótese 4 - Os alunos identificarão os *bugs* em suas programações e a correção será por meio de testagens de blocos.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- É possível atingir o objetivo do jogo?

Programação

- Você identifica algum *bug* no seu jogo? Como pode corrigi-lo?
- As ações executadas pelo *sprite* correspondem às suas ideias iniciais?

Compreensão matemática

- Como você programou os giros do seu *sprite*?

6.8.1 Descrição do 8° e 10° Encontro

O 8º encontro iniciou com uma breve apresentação dos blocos de eventos e controles, mostrando os blocos, como “quando a tecla ___ for pressionada” e “quando clicar em bandeira verde”. Essa apresentação foi feita salientando aos alunos que todas as ações que desejassem que o seu personagem realizasse deveriam ser programadas. Um exemplo usado foi: *Se eu desejo que, ao pressionar a seta para a direita, o personagem ande para a direita, eu preciso montar a sequência de blocos que faz essa ação.*

Do total de alunos analisados, 3 não concluíram seu jogo devido à ausência em algum desses encontros. Os demais alunos o concluíram, realizando uma programação que permitia ao jogador atingir o objetivo do jogo; os comandos utilizados foram semelhantes aos das descrições iniciais que previam tecla para movimento e tecla para giro. Identificam-se padrões de programações em 10 alunos que utilizaram em seu jogo um bloco com um giro para a esquerda, outro para o giro para a direita e um terceiro bloco responsável pelo movimento. Outros 2 alunos utilizaram apenas um bloco com o comando de giro e outro para movimento.

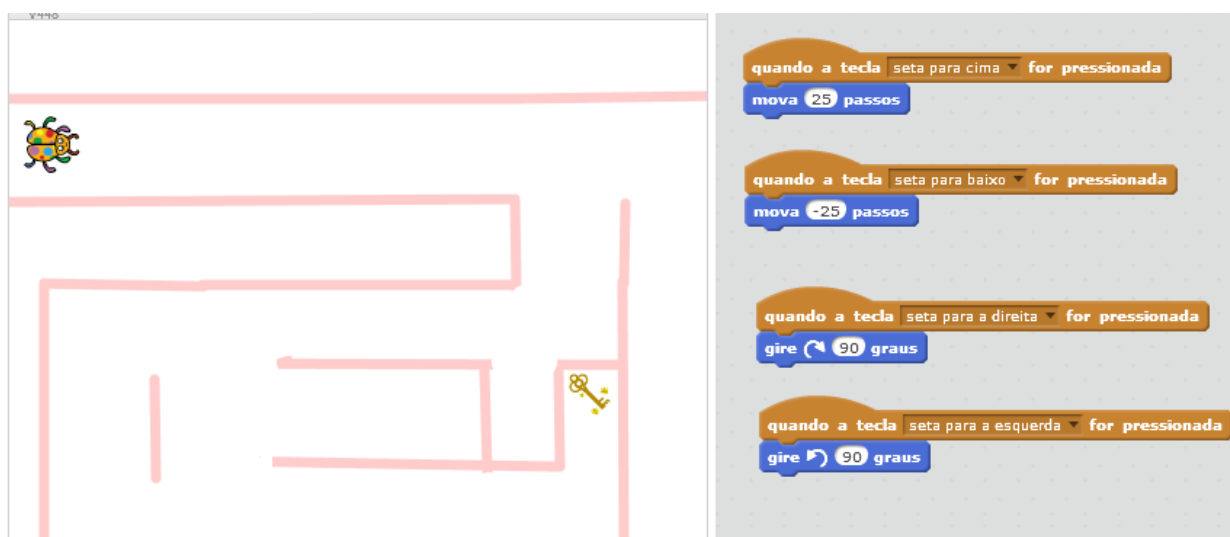
Aos alunos que demonstraram a necessidade de complementar seus projetos foram apresentados os comandos: “mude estilo de rotação para esquerda-direita”, “se___então___”, “aponte para a direção”.

6.8.2 Análise do 8° e 10° Encontro

Os comandos utilizados pelos alunos estavam baseados em um comando que representava o movimento para a frente, o giro para a esquerda e para a direita. A partir disso, é possível identificar que esses alunos tinham uma ideia de reversibilidade, possibilitando ao seu personagem um giro e o seu giro contrário (FAGUNDES, 1986). Os alunos, P e S foram um pouco além, utilizando a

reversibilidade também para o bloco mover. A afirmação de P sobre seu comando reforça a ideia de reversibilidade: *com o -10 ele volta, porque 10 anda pra frente e -10 ele volta os 10*. A programação final do jogo de S, que também apresentou essa ideia, pode ser vista na figura 70.

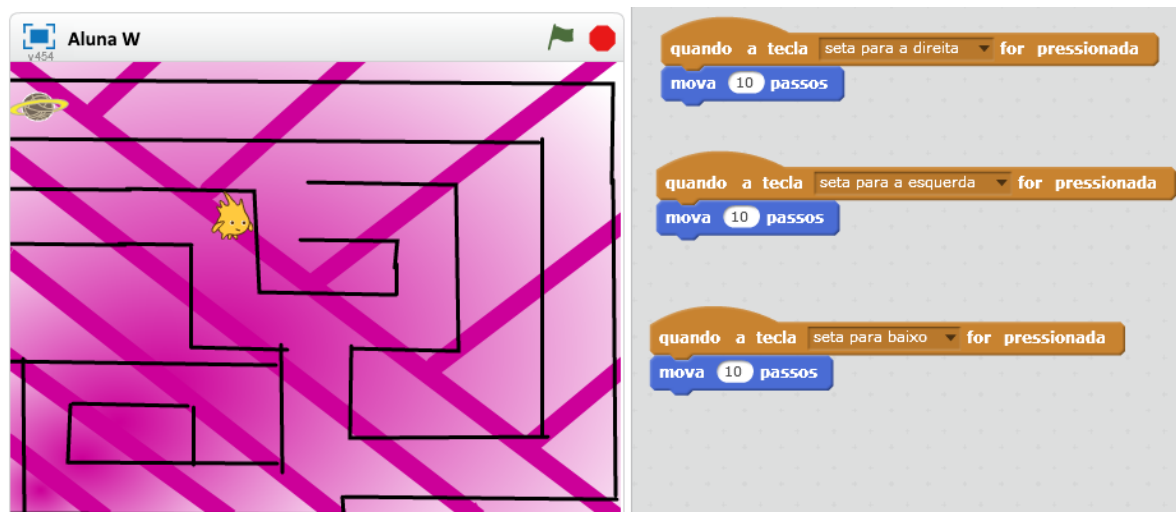
Figura 69: Jogo da aluna S



Fonte: Sujeitos da pesquisa

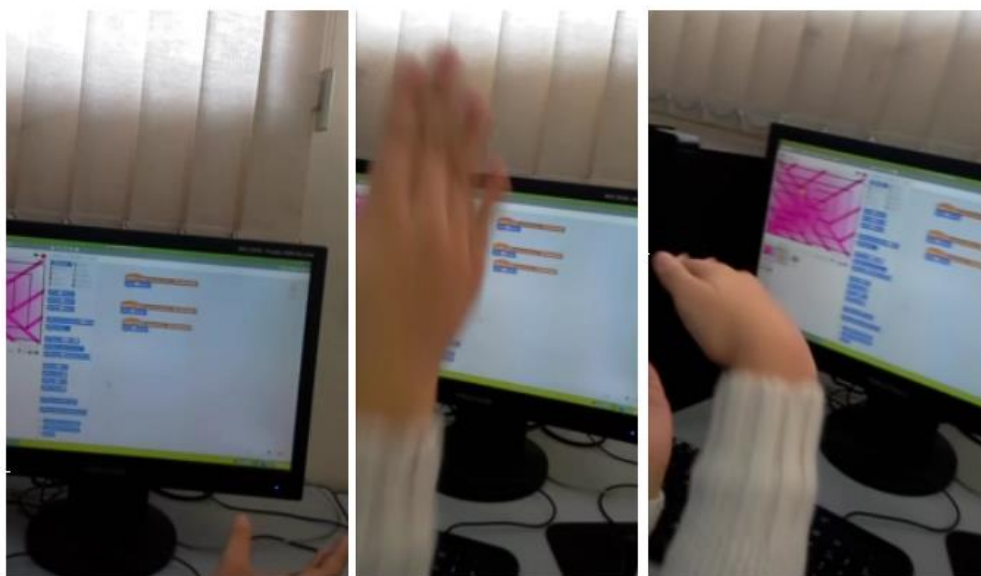
As ações dos alunos W, S e P revelam o que Fagundes (1986, p. 149) denominou de “operação perfeitamente reversível”, pois os alunos fazem movimentos e os seus movimentos inversos ao mesmo tempo que mantêm os parâmetros.

Ao programar seus jogos e fazer testagens, os alunos identificavam *bugs* e procuravam corrigi-los através da reflexão sobre os possíveis erros. Um desses momentos foi o da aluna W, que questionou: *Sora, o meu não tá indo, o meu só vai para a direita. Se eu aperto para a direita* (nesse momento a aluna pressiona a seta para a direita) *ele vai para a direita, se eu aperto para a esquerda* (nesse momento a aluna pressiona a seta para a esquerda), *ele também vai para a direita*. Até esse momento W apresentava a programação demonstrada pela figura 71 abaixo.

Figura 70: Jogo com *bug* da aluna W

Fonte: Sujeitos da pesquisa

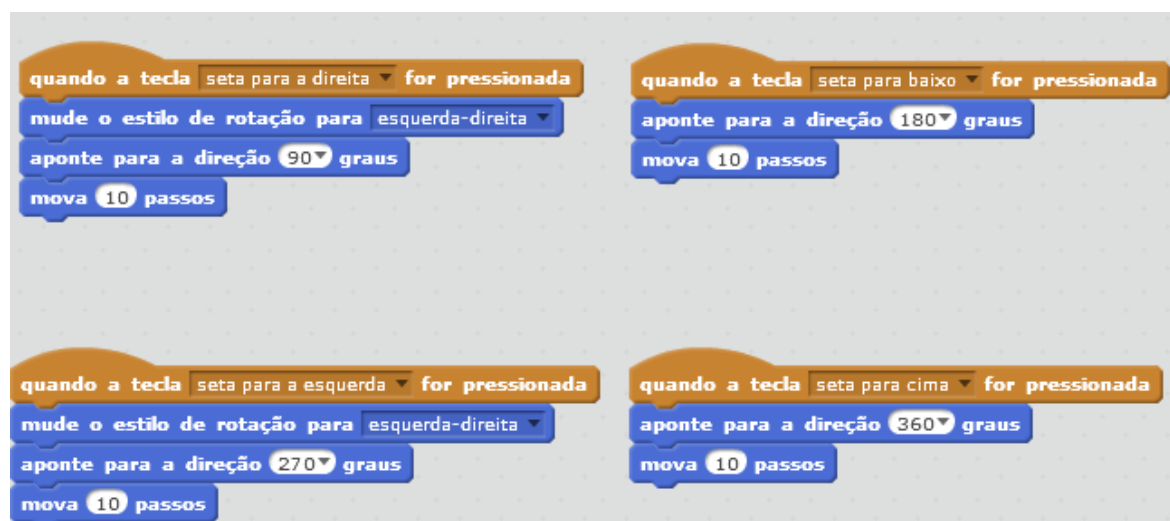
A aluna mostrou sua compreensão a respeito do *bug* da tecla para a esquerda, afirmando que o *sprite*: *Anda 10 para a frente*. Também demonstrou seus experimentos anteriores: *Tenho que colocar pra girar, mas se eu colocar ele para girar para a esquerda, ele fica de cabeça para baixo, porque ele faz assim*. Nesse momento, W gesticulou para expressar sua compreensão, conforme a figura 72.

Figura 71: Movimento do *sprite* segundo W

Fonte: Sujeitos da pesquisa

Os gestos de W indicam seu esquema a respeito do giro e da posição do *sprite* após o comando, que se baseiam em suas experiências anteriores e comprovam a hipótese 2 de que alguns alunos apresentariam a necessidade de corrigir os giros que fazem com que o personagem fica de cabeça para baixo. Após conhecer os blocos “mude estilo de rotação esquerda-direita” e “aponte para a direção ___”, a aluna identificou, observando seu cartão, que o valor para a posição que ela desejava é 270°. A partir dessa construção, W construiu os demais comandos observando as mudanças necessárias no comando anterior. Aqui se percebe uma característica apontada por Fagundes (1986, p. 207) em sua subfase II B, quando o sujeito passa a conceber o programa como um “objeto simbólico manipulável”. Além disso, a aluna identificou blocos desnecessários em alguns comandos: *Se eu botar em todas as direções, ele vai voltar a girar, e eu não quero que vire pra cima e pra baixo!* A figura 73 mostra o conjunto final de blocos apresentados pela aluna W em seu jogo.

Figura 72: Jogo final de W



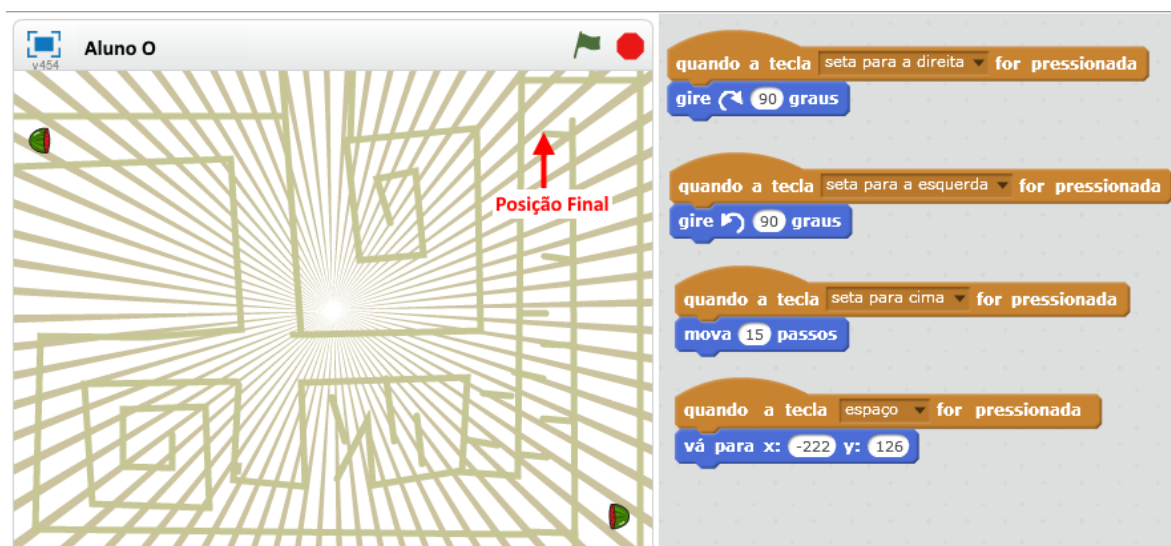
Fonte: Sujeitos da pesquisa

Durante a produção dos jogos, pôde-se identificar a compreensão dos alunos em relação à programação, mostrando evidências de compreensão de como o computador funciona. O *bug* do colega X estava relacionado à sua programação e consistia em que, independentemente da seta de direção que era pressionada, o *sprite* reproduzia sempre o mesmo movimento. A aluna Z lhe sugeriu: *Tu tem que girar ele para o lado que ele tem que ir.* Aqui Z demonstrou de forma automatizada compreender como se dá o movimento no Scratch e de que forma se pode corrigir

bug, mostrando que essa situação já está no seu repertório de esquemas que a conduziu a uma ação direta, podendo indicar possível compreensão a respeito do funcionamento do giro (VERGNAUD, 1993).

Ao observar todos os jogos, identifica-se que cinco alunos utilizaram um bloco para representar a posição inicial do *sprite* no labirinto que poderia ser determinada pelo uso do bloco “vá para x:___y:___”, que posiciona o *sprite* a partir de uma coordenada (x,y). Um desses alunos foi K, que, desde as primeiras atividades no Scratch, demonstrava compreender que o uso desse bloco representava uma posição. Outro aluno que demonstrou essa compreensão foi O ao afirmar: *y é em cima e embaixo, x é um lado e outro [...]*. O zero zero é o meio da tela. O y em cima é 256 e embaixo -256. Essas afirmações são fruto de suas experimentações no programa e também se devem à influência, segundo O, de um jogo que costumava jogar em casa. O repertório de esquemas de O foi testado ao ser questionado sobre uma possível coordenada para a melancia a fim de que ela chegasse à posição indicada pela seta vermelha na figura 74.

Figura 73: Posição do *sprite* no jogo de O



Fonte: Sujeitos da pesquisa

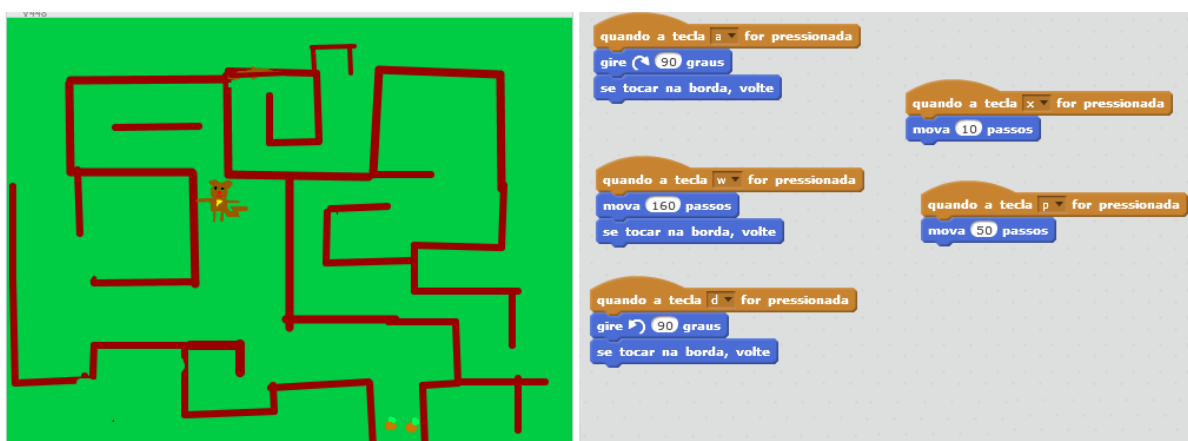
O aluno O demonstrou sua compreensão em relação ao plano cartesiano fazendo uma alteração no bloco “vá para x:___y:___”, modificando apenas o valor do “x” para 210, obtendo como resultado uma posição bem próxima do esperado e indicando sua compreensão de que para o deslocamento horizontal basta alterar o valor do “x”. Esse aluno mostrou que seu esquema de posição está relacionado à primeira classe

de situações proposta por Vergnaud (1993), em que o aluno já possui a competência para resolvê-las.

Outros alunos, Y e P, que também utilizaram o bloco de posição, receberam a ajuda de O, que, durante a atividade, mostrou como funcionava esse controle solicitando que observassem a posição do mouse no palco, conforme era sinalizado pelo próprio software. Outro aluno, L, que também utilizou esse comando, não recebeu a ajuda, mas supõe-se que tenha se baseado nas construções feitas no Scratch até aquele momento, pois ainda não havia mencionado essa compreensão. A interação entre os alunos demonstrou a sua autonomia em relação ao software, sua compreensão e sua condição de sujeitos ativos no processo, que aprendem e compartilham com o outro seu conhecimento.

A hipótese 3 que previa que os alunos identificariam os *bugs* em suas programações e a correção seria feita através de testagens foi verificada apenas com 2 alunos que utilizaram blocos de sensores. Um deles foi T, que utilizou o bloco “se tocar na borda volte”. O uso do bloco por T foi fruto de suas observações no software, demonstrando autonomia para suas produções. Seu programa pode ser visualizado na figura 75.

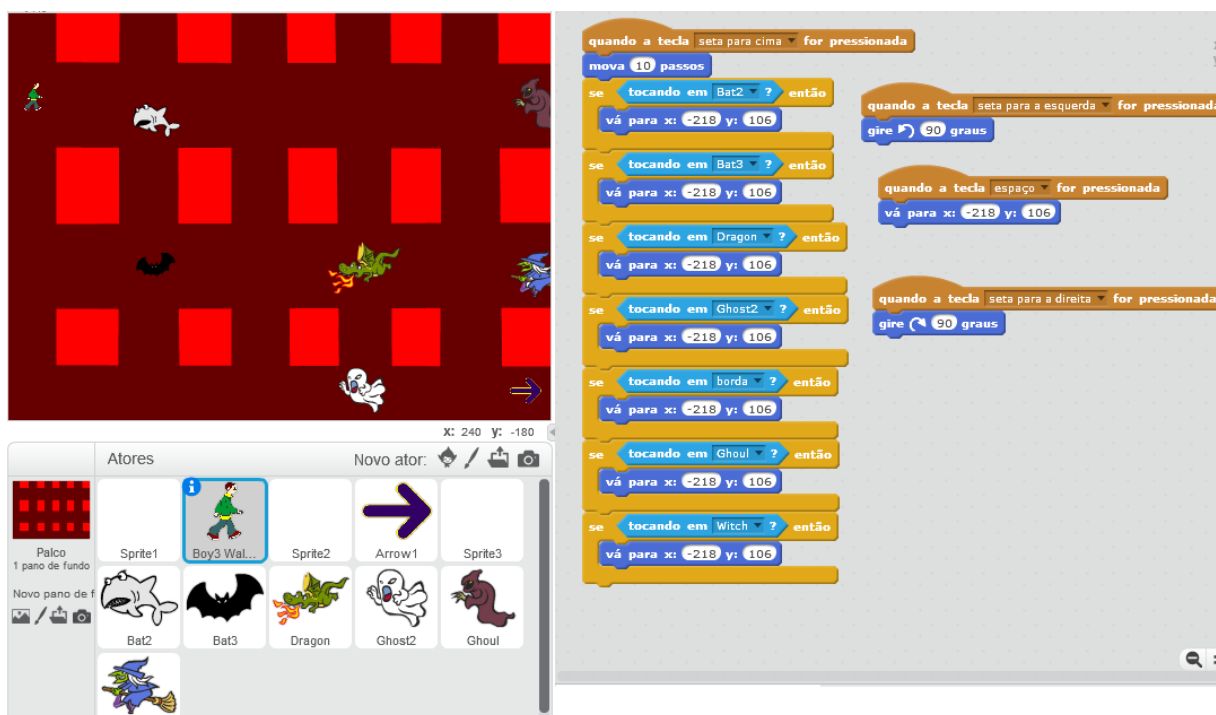
Figura 74: Jogo do aluno T



Fonte: Sujeitos da pesquisa

O aluno L também utilizou sensores, porém solicitando auxílio; por isso, foram apresentados os blocos de sensores e controle. A construção de um desses blocos foi realizada pedindo-se que L identificasse qual comando poderia ser utilizado; ao final, ele concluiu os demais comandos, identificando possíveis manipulações em seu programa inicial. O jogo de L exibiu os comandos ilustrados pela figura 76 abaixo.

Figura 75: Jogo do aluno L



Fonte: Sujeitos da pesquisa

Ao final deste encontro, foi possível identificar que a hipótese 1, os jogos de labirinto envolveriam movimentos para frente, para trás, para a direita e para a esquerda; e a hipótese 4, os alunos identificariam *bugs* em suas programações e os corrigiriam através de testagens de blocos; foram atingidas por todos os alunos, sendo que as demais, como já era previsto, estariam presentes em apenas alguns. Nota-se que a atividade de produzir um jogo foi importante para que os alunos pudessem trabalhar de forma mais livre e expressassem sua compreensão a respeito dos conceitos de ângulo, posição e também em relação à linguagem de programação.

Com exceção dos 3 alunos ausentes nessa aula, constata-se que os demais conseguiram concluir seus jogos, criando um algoritmo que permitisse atingir o objetivo inicial do jogo. As ações executadas pelo *sprite* corresponderam às ideias iniciais que, na maioria, eram ter duas teclas responsáveis pelo giro e outra pelo movimento, indicando automatizar a “escrita” da frase que corresponde ao deslocamento: dar uma direção e um comando de movimento. Nesse sentido, observa-se que os alunos identificaram a possibilidade de generalizar movimentos a partir de comandos, ou seja, diante de um comando, posso realizar qualquer movimento necessário para a execução do meu jogo (WING, 2006).

O fato dos alunos criarem comandos que no decorrer do trabalho eram automatizados, pois logo já identificavam os blocos necessários, demonstra indícios de uma decisão consciente e, conseqüentemente, de possível compreensão, conforme destaca Vergnaud, (1993, p. 3): “A automação, evidentemente, é uma das manifestações mais visíveis do caráter invariante da organização da ação”.

Diante das características encontradas ao final dessa aula, apresenta-se o quadro 11 com o resumo das fases e subfases.

Quadro 11: Fases e subfases – 8° e 10° Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Sufase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa - Exploração de ferramentas do software e elaboração de esquemas para usá-las 	Y, X, U, R
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Sufase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> - Planejamento de jogos - Ideias exploratórias de reversibilidade em relação ao giro 	Z, V, T, Q, N, M

	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	- Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável - Antecipação de comandos que executam tarefas - Ideias iniciais de reversibilidade	W, S, L, K
Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração de programas	Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade	- Utilização de giros e movimentos incluindo seus inversos	P, O

Fonte: A autora

6.9 9º Encontro – Programando no papel

Atividades

1 - Observar a sequência de imagens, em que a primeira representava a posição inicial do *sprite* e a segunda a posição final após a execução de um programa, e após criar um programa que execute essa ação. A figura 77 representa a imagem entregue aos alunos

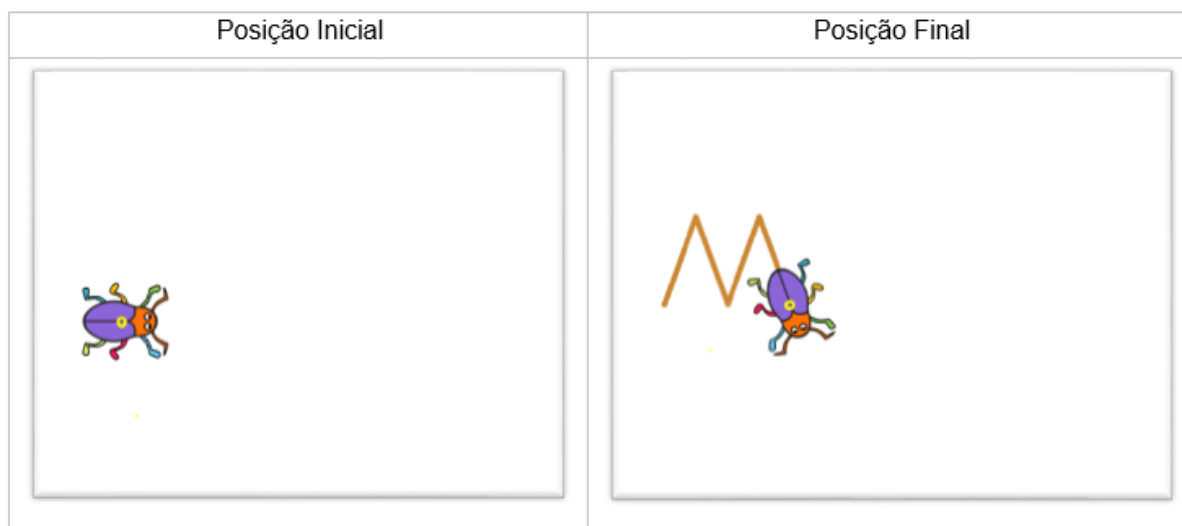
Figura 76: Caminho 1



Fonte: A autora

2 - Observar a sequência de imagens apresentadas pela figura 78 e criar o programa que a executa.

Figura 77: Caminho 2



Fonte: A autora

Hipóteses

Hipótese 1 - No primeiro caminho os alunos identificarão que o ângulo a ser utilizado é sempre o de 90° .

Hipótese 2 - No segundo caminho os alunos farão suas construções considerando o ângulo interno.

Questionamentos durante a atividade

Descrição inicial

- Qual é o seu objetivo com a programação?

Programação

- Quais blocos de comandos são necessários?
- Observando seus comandos, você identifica que eles desenharam toda a imagem apresentada?

Conceitos matemáticos

- Como você determinou os ângulos?

6.9.1 Descrição do 9º Encontro

O encontro foi realizado dentro da sala de aula da turma a fim de identificar como os alunos compreendiam a ideia de giro e de programação, sem que tivessem a possibilidade de realizar testagens no software. Eles receberam a primeira atividade juntamente com seus cartões confeccionados para auxiliá-los na identificação dos giros, e após a conclusão desta é que receberam a segunda atividade.

Ao realizar a primeira atividade, os alunos mencionavam que era muito fácil e que não teriam dificuldade em resolvê-la. Dos 15 alunos presentes na aula, 12 descreveram o caminho identificando o giro de 90° em toda a sua descrição, dois utilizaram outros valores para o giro e um não concluiu a descrição, embora estivesse utilizando sempre o giro de 90°.

A segunda atividade demandou mais tempo dos alunos, além de fazer com que vários utilizassem o cartão para auxiliá-los na compreensão do giro. Ao final, 3 alunos utilizaram em sua descrição o giro considerando o ângulo externo, enquanto que os outros 12 consideraram os giros internos; destes, 7 utilizaram o giro de 15° e 5 valores como 90° ou 45°. Assim que cada uma das descrições era concluída, percebiam-se os alunos tentando conferir as etapas descritas com as partes do desenho, além de indicarem uma organização da escrita em forma de algoritmo, destacando a ordem correta dos comandos mesmo que os valores não correspondessem ao esperado para o desenho.

6.9.2 Análise do 9º Encontro

Na primeira atividade, somente dois alunos não utilizaram o giro de 90° em suas programações, conforme era previsto pela hipótese 1. Desses alunos, poucos usaram o cartão, pois identificavam o giro de 90°, como foi o caso do aluno U, que afirmou que usou o cartão apenas para o primeiro, pois os demais: *eram iguais*. Via-se com frequência a ideia do giro associado aos números mágicos apontados por Basso e Búrigo (1992), como na resposta do aluno Y, que justificou o giro de 90° afirmando que *com 90 ele gira assim direto para o lado*. Assim, essa primeira atividade permitiu que mais alunos expressassem sua compreensão do que representava o giro de 90° e de que estabeleciam relações do comando com as etapas representadas graficamente (FAGUNDES, 1986).

Outros alunos mostraram a dependência do cartão para simular cada etapa da ação, como é o caso da aluna R, representado pela sequência de imagens da figura 79.

Figura 78: Aluna R utilizando o cartão

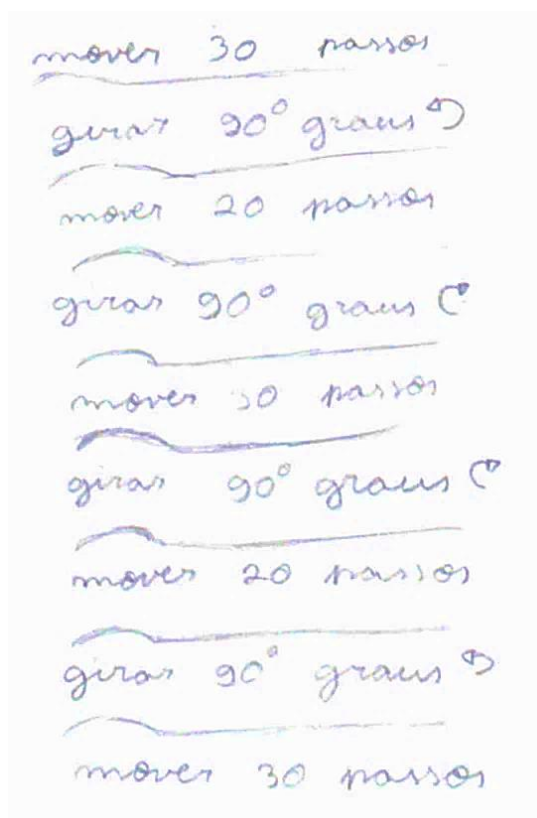


Fonte: Sujeitos da pesquisa

Os alunos, como R, que se encontram na subfase 1-B utilizaram com mais frequência essa estratégia de apoiar-se no cartão para identificar o giro do *sprite*. De certa forma, essas ações demonstram uma variação entre as subfases 1-B e 2-A, já que a relação entre partes da tarefa e suas ações já é identificada ao fazer os testes.

As descrições de todos os alunos estavam representando um algoritmo do Scratch, e mesmo no caso daqueles que não utilizaram o valor correto identifica-se que a sequência de ações (mova e gire) e a quantidade de blocos estão de acordo com a proposta do desenho. Assim, a compreensão do esquema de algoritmo mostra-se evidente, principalmente pela não possibilidade de testagem do comando no software. O algoritmo do aluno L representa as ações de forma muito semelhante ao que é feito no Scratch, conforme mostra a figura 80.

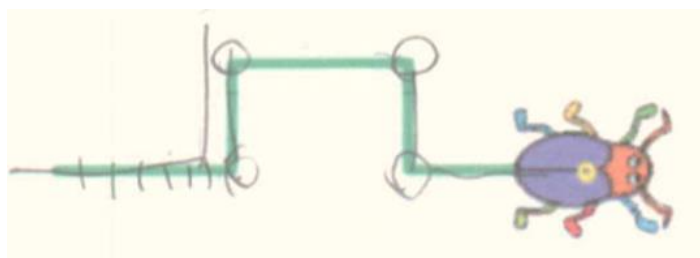
Figura 79: Algoritmo1 do aluno L



Fonte: Sujeitos da pesquisa

A relação entre as etapas do programa e suas representações era visualizada principalmente nos alunos que se enquadravam na subfase 2-A, por estratégias como ler o comando e passar o lápis por cima do desenho correspondente àquela ação. Outra estratégia foi adotada pelas alunas W e M, que fizeram marcações no desenho, como mostra a figura 81.

Figura 80: Marcações feitas pela aluna W



Fonte: Sujeitos da pesquisa

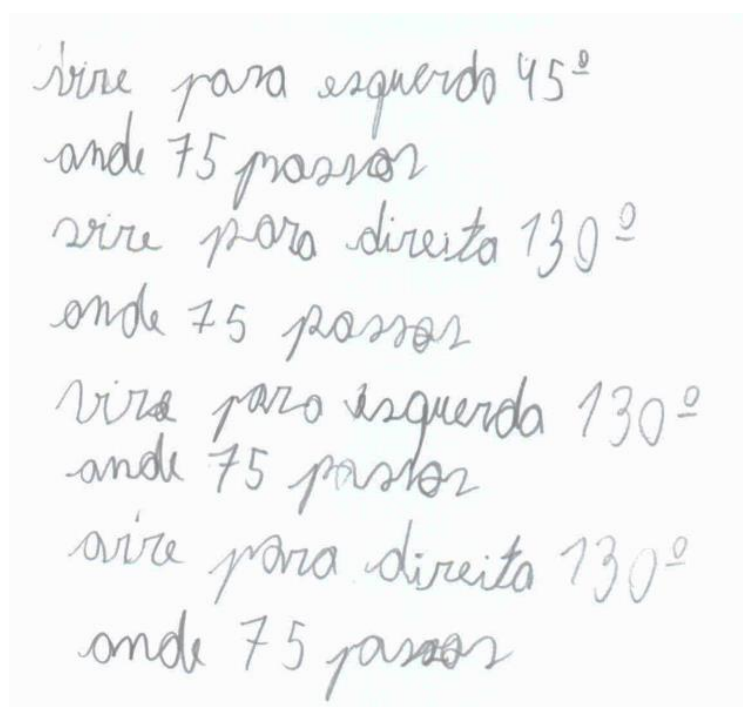
As marcações de W demonstram sua estratégia para estimar o tamanho do traço a ser desenhado e os locais de giro, indicados por circunferências. A aluna

indicou aqui seu esquema de solução apontando para a identificação das etapas do problema a serem resolvidas antes de descrever, ou seja, suas reflexões iniciais a partir da situação apresentada.

A construção do algoritmo para a segunda atividade fez com que mais alunos utilizassem o cartão para apoiar suas hipóteses de giro. Mesmo com o uso do cartão, nem todos eles identificaram que o giro do *sprite* correspondia ao ângulo externo, já que observavam o ângulo interno e o comparavam com as medidas do cartão. Essa atividade correspondia a um conceito importante relacionado à Geometria da Tartaruga, ou seja, a identificação do giro externo que ainda não estava na relação de esquemas automatizados pela maioria dos alunos (VERGNAUS, 1993).

Alunos pertencentes à subfase 3-A identificaram esse giro, como foi o caso de O, que apresentou a programação visível na figura 82 abaixo.

Figura 81: Algoritmo 2 do aluno O



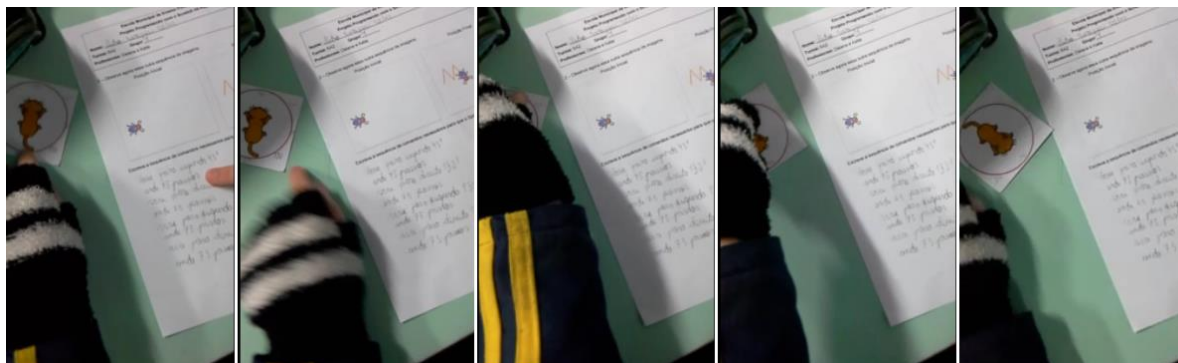
Handwritten algorithm for a turtle graphics program, consisting of the following steps:

- vire para esquerda 45°
- ande 75 passos
- vire para direita 130°
- ande 75 passos
- vire para esquerda 130°
- ande 75 passos
- vire para direita 130°
- ande 75 passos

Fonte: Sujeitos da pesquisa

A estratégia de O para a identificação do valor é observada na sequência de imagens da figura 83.

Figura 82: Giro externo do aluno O



Fonte: Sujeitos da pesquisa

A figura acima revela O colocando seus conceitos-em-ação, recombinando-os para atualizar a situação dada. Após identificar os três primeiros giros, O observou que a situação a ser resolvida era a mesma, então o esquema anterior poderia novamente ser utilizado, sem a necessidade de testagens.

O giro interno associado pelos alunos confirma a hipótese 2 de que os alunos considerariam para a construção do seu algoritmo o ângulo interno da figura. Esses alunos não dispunham de todas as competências para resolver a situação, necessitando de mais experimentações, e poderiam ocorrer erros (VERGNAUD, 1993).

Outros três alunos utilizaram o giro de 90° , indicando possíveis semelhanças com outras atividades onde este giro já fora utilizado. Ao tomarem como base situações anteriores, esses alunos demonstraram a fragilidade do seu esquema para o giro de 90° .

Novamente apresenta-se o quadro resumo com a síntese das características de cada etapa encontradas até este momento.

Quadro 12: Fases e subfases – 9º Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Sufase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa - Exploração de ferramentas do software e elaboração de esquemas para usá-las 	X, U, T
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Sufase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relação de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> - Planejamento de jogos - Ideias exploratórias de reversibilidade em relação ao giro 	Z, Y, V, T, Q, N
	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável - Antecipação de comandos que executam tarefas - Ideias iniciais de reversibilidade 	W, S, M, L
Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração	Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de giros e movimentos incluindo seus inversos - Reconhecimento do giro externo 	P, O, K

de programas			
-----------------	--	--	--

Fonte: A autora

6.10 11° Encontro: Testando algoritmos

Atividade

Reproduzir no Scratch os algoritmos feitos no papel no 9º Encontro; após, verificar possíveis *bugs* e corrigi-los, fazendo o registro dessas correções na folha.

Hipóteses

Hipótese 1 - Os alunos sentirão a necessidade de usar as coordenadas (x,y) para indicar a posição inicial do Sprite.

Hipótese 2 - Os alunos corrigirão os ângulos sem fazer testagens.

Hipótese 3 - Alguns alunos farão todo o algoritmo novamente, descartando as ideias iniciais.

Questionamentos durante a atividade

Descrição inicial

- Ao ser executado o seu algoritmo, você fez o desenho solicitado?

Programação

- Onde você identificou *bugs*?

Conceitos matemáticos

- Como você ajustou os ângulos?

6.10.1 Descrição do 11° Encontro

A testagem dos algoritmos foi feita respeitando uma combinação anterior: fazer a montagem de todos os blocos conforme estava no papel, executar o programa e por fim identificar e corrigir possíveis *bugs*. Além da folha com os programas feitos em aula, os alunos receberam seus cartões confeccionados com as medidas dos ângulos.

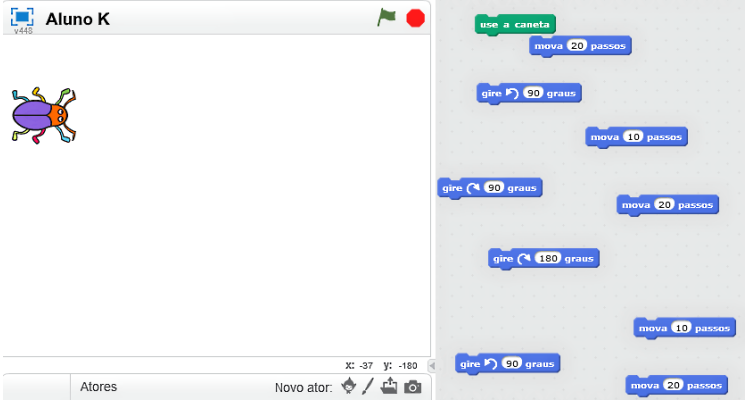
A testagem do primeiro algoritmo não necessitou de muitas correções, visto que 13 alunos já haviam feito um algoritmo que representaria o problema. Alguns alteraram apenas a quantidade de passos, buscando uma maior aproximação com o desenho dado.

A testagem do segundo algoritmo demandou mais correções, visto que apenas três alunos já tinham elaborado um algoritmo que, quando executado, resultaria em um desenho próximo do que foi proposto. Houve alunos que, ao executá-lo, identificaram seu erro no ângulo e o corrigiram, mas grande parte deles fizeram testagens para corrigir o problema, e outros ainda o corrigiram, mas levaram uma parte do tempo tentando corrigir o *bug* relacionado ao primeiro ângulo, que fazia com que todo o desenho ficasse em uma posição diferente da apresentada no desenho original. Ao final, 11 alunos conseguiram alterar seu algoritmo para obter um desenho próximo ao apresentando, outros três utilizaram o ângulo de 90° e ainda dois não estavam presentes, de modo que não concluíram a atividade.

6.10.2 Análise do 11° Encontro

A reprodução do algoritmo criado para o Caminho 1 para os 13 alunos que já apresentavam um algoritmo bem próximo do original necessitou de apenas alguns ajustes em relação à quantidade de passos, acréscimo da caneta ao início do programa, ou algum ajuste no meio do programa. As estratégias utilizadas para encontrar o local onde havia o *bug* estavam baseadas em separar os blocos do programa em partes sem tirá-los da sequência, permitindo com que cada bloco fosse clicado, na ordem correta, e analisado. O quadro 13 mostra o algoritmo inicial e o processo de desmembramento dos blocos para identificação do bug do aluno K.

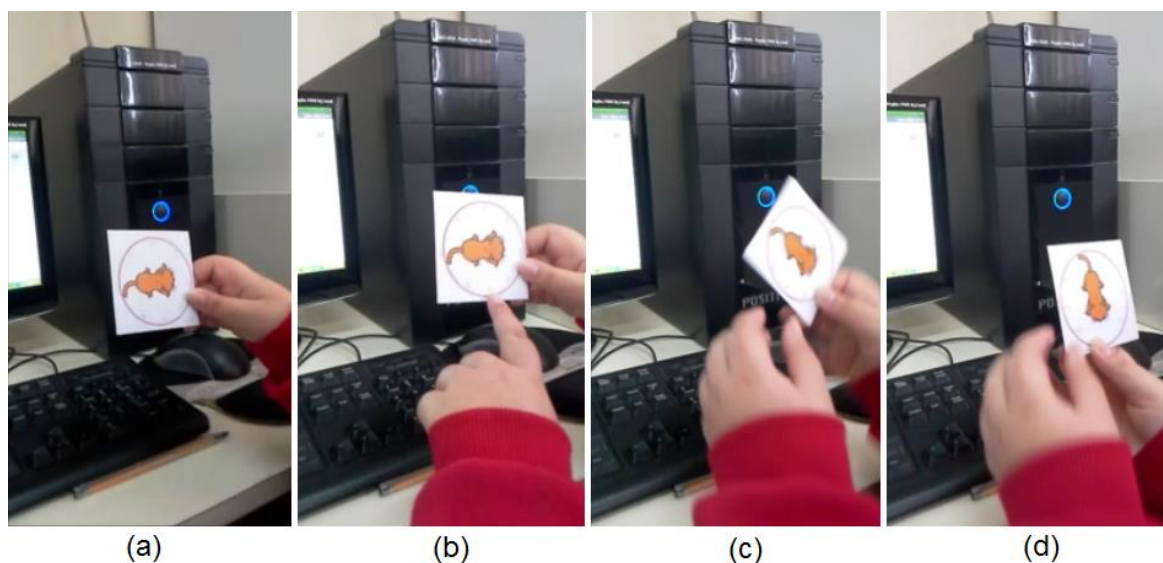
Quadro 13: Processo de descoberta do *bug* do aluno K

Algoritmo inicial	Descoberta do bug
	

Fonte: Sujeitos da pesquisa

Durante o processo de descoberta, K clicava nos blocos seguindo a ordem que havia estabelecido anteriormente para o seu programa. A forma como K desmembrou seu programa reflete a ideia da sequência, mostrando sua compreensão de algoritmo, além de uma divisão em subtarefas, conforme proposto por Vergnaud (1993), permitindo-lhe compreender as etapas da situação. Ao testar e perceber o problema no giro de 180°, K alterou para 90°, justificando através do cartão, conforme as imagens da figura 84 e a sua fala: *Ele tava assim* (figura 83a) e *queria que ele parasse aqui* (figura 83b) e *aí ele tinha que girar 90°* (figuras 83c e 83d).

Figura 83: Correção de K



Fonte: Sujeitos da pesquisa

As imagens e falas de K demonstram seu esquema do giro do *sprite*, considerando a sua posição anterior; assim, esse aluno apresenta uma das características apontadas na subfase 2-B, anterior àquela na qual se encontra.

Os dois alunos, N e U, que não haviam utilizado o giro de 90° no seu algoritmo utilizaram estratégias diferentes para a correção do ângulo. F foi alterando o valor do giro e testando até encontrar os 90° . Já N, ao posicionar o *sprite* no software e executar seu programa, visualizou que o trajeto não correspondia ao esperado, então afirmou *agora eu vi que fiz tudo errado, era só colocar 90 e eu coloquei 50*. Ao afirmar isso, N trouxe a sua experiência anterior *90 que faz ficar reto*, já que em outras situações ele havia concluído isso. Aqui identificam-se duas estratégias de pensamento diferentes, a de U, que demonstra a necessidade de ir testando valores, e a de N, um esquema resultante de suas experiências anteriores no Scratch. Tais diferenças mostram características específicas desses alunos em relação à subfase em que cada um se encontra, sendo que N já compreende e reconhece o giro de 90° , enquanto U ainda não compreende o sistema e seu esquema está baseado em testar valores partindo do seu giro inicial 80° e alterando de 5 em 5 até encontrar o valor esperado.

A testagem do segundo caminho pelos três alunos que já haviam escrito um programa que considerava o giro externo levou-os a fazer pequenos ajustes no giro inicial a fim de que o caminho ficasse na mesma posição do modelo.

Os alunos que em seu programa não representavam um caminho e que conseguiram corrigi-lo utilizaram como estratégias testagens ou observações no cartão. Um desses casos foi a aluna W, que identificou o seu erro logo após terminar de reproduzir no Scratch o algoritmo, afirmando: *O 15° do primeiro bloco tava certo, mas depois eu coloquei 15° ao invés de 135°* (nesse momento fez o giro com o cartão). A aluna W demonstrou reconhecer etapas do seu programa identificando seus erros, obtendo em sua primeira correção resultados semelhantes ao original. Após a correção, W identificou que o *sprite* ficou em uma posição diferente do original, o que a levou a alterar apenas o primeiro bloco para obter a posição desejada e, ao final, reforçando a ideia de compreensão de conservação do programa, percebeu que para alterar o tamanho do desenho bastava alterar a quantidade de passos. A figura 85 mostra o programa inicial de W e o final após as correções.

Figura 84: Algoritmos inicial X algoritmo final da aluna W



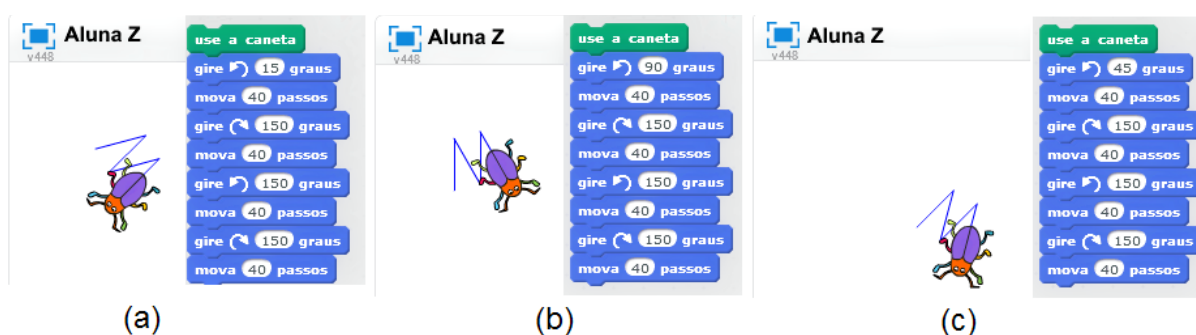
Fonte: Sujeitos da pesquisa

A produção de W indica um procedimento que Fagundes (1986) identificou em seus alunos na subfase II B, a qual a autora caracteriza como uma inferência dedutiva que é gerada pela abstração refletidora; ou seja, a atividade de programar permitiu que o pensamento dos alunos se tornasse mais reflexivo, produzindo novas reflexões que são novos instrumentos de exploração. Com isso ampliam-se as características da subfase 3-A, sendo que essa aluna e os demais demonstravam tais características.

Outros alunos que corrigiram o *bug* deste segundo caminho através de testes do giro, como Z, V, T e Q, ao final da correção obtiveram um desenho em posição

diferente da posição do desenho original. A aluna Z, ao observar seu resultado, afirmou: *Ficou muito aberto, tem que ser menos inclinado, para fechar tem que mudar o giro* (figura 86a). Após esse comentário, A trocou o valor do primeiro giro para 90° (figura 86b). Ao executar o comando, identificou que ficou *muito fechado* e anunciou: *90 é muito fechado, 15 é muito aberto então vou colocar a metade que é 45. O 45 vai ficar mais aberto que o 90*. Ao realizar a troca para 45° (figura 86c), a aluna A obteve um resultado mais próximo do desejado.

Figura 85: Algoritmos de Z

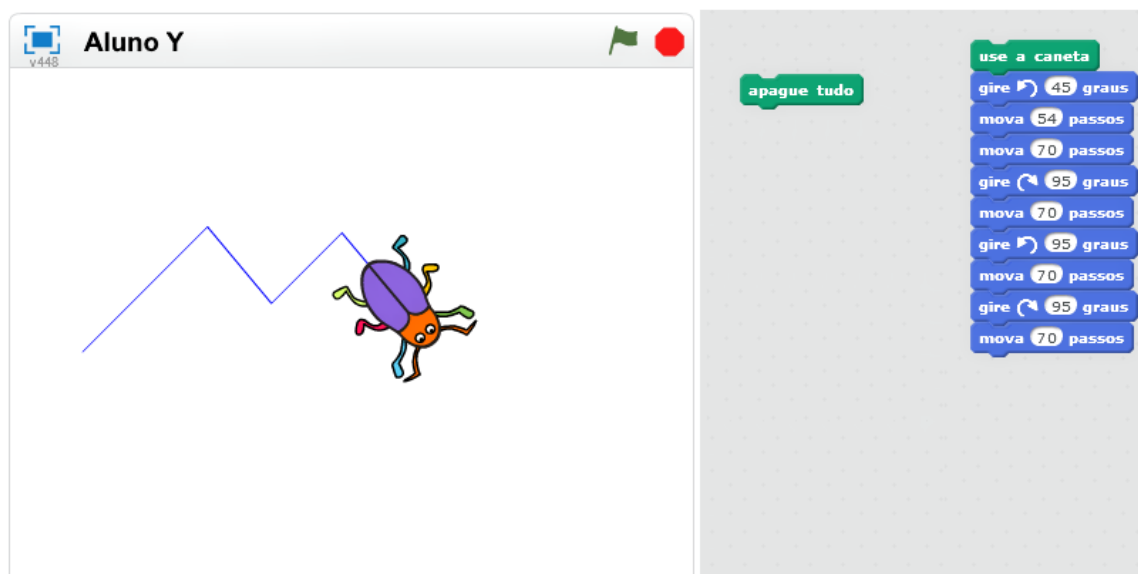


Fonte: Sujeitos da pesquisa

A fala da aluna demonstra suas reflexões a respeito do giro em relação à sua posição inicial. Ao falar muito aberto ou muito fechado, na verdade ela está considerando o ângulo suplementar ao ângulo utilizado, indicando seus esquemas que ainda estão sendo testados e colocados em prática. Essa aluna compreende que o giro se dá a partir da posição e que o programa é manipulável, ajustando apenas o bloco necessário para que os movimentos sejam realizados (FAGUNDES, 1986). Ela está testando seus conceitos-em-ação (giro mais aberto, giro mais fechado) e teoremas-em-ação (se alterar para 45° , vai obter um valor intermediário entre o 15° e o 90°) e demonstrando ações conscientes enquanto faz os testes buscando compreender a situação proposta.

Outros três alunos conseguiram um desenho próximo ao original, porém com um giro menor do que o proposto. A figura 87 representa a produção do aluno Y.

Figura 86: Correção do caminho 2 do aluno Y



Fonte: Sujeitos da pesquisa

A produção de Y e dos demais alunos que tiveram uma produção final semelhante à sua foi resultado de testagens para a descoberta dos dois primeiros giros, sendo que a partir do segundo bloco de movimento observa-se uma repetição de valores, que foram identificados como constantes. Os valores numéricos do comando foram todos alterados, pois ainda há a conservação do programa, e o uso da repetição dos comandos sem testagem dá uma ideia de generalização da situação.

Em relação às hipóteses iniciais, percebe-se que a hipótese 1 de que os alunos utilizariam o bloco de coordenadas (x,y) para indicar a posição inicial do *sprite* pôde ser confirmada apenas para dois alunos, os demais arrastavam o *sprite* até a posição que desejavam. O aluno O utilizou o bloco “aponte para a direção 90°”, que já havia utilizado em seu jogo, baseando-se em experiências anteriores. A hipótese 2 de que a correção seria feita sem testagens pode ser descartada considerando-se a produção da maioria dos alunos. Já a hipótese 3 foi constatada para os alunos da subfase 2-A que alteraram todos os blocos do comando, descartando as ideias iniciais.

Ao final, destaca-se que os alunos presentes conseguiram corrigir os *bugs* em seu algoritmo inicial e que as testagens continuavam frequentes, mas com mais intencionalidade, refletindo sobre as ações expressas na tela, o que não se via em seus primeiros contatos com o Scratch. As justificativas em relação aos giros estavam mais elaboradas e os gestos indicavam maior compreensão dos movimentos e dos possíveis *bugs* do programa.

O quadro 14 apresenta as características finais destacadas ao final da análise dos dados.

Quadro 14: Fases e subfases – 11° Encontro

Fase	Subfase	Características	Sujeitos
Fase 1: Identificação do computador como ferramenta	Sufase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das funções do teclado que ativam letra maiúscula e caracteres especiais - Interação com os menus dos programas - Escrita de um algoritmo mais primitivo citando apenas os elementos. - Montagem exploratória no Scratch, sem os encaixes 	
	Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros.	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo mais estruturado, aproximando-se de um passo a passo - Montagem do algoritmo usando a ideia de frase - Testagens sucessivas dos valores de giro e movimento - Identificação de outros blocos para a montagem do algoritmo - Código composto por giro e deslocamento - Programação = ação que dá certo - Correção do <i>bug</i> através da alteração de várias partes do programa - Exploração de ferramentas do software e elaboração de esquemas para usá-las 	X, U, R
Fase 2: O ângulo como a representação de um giro	Sufase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do giro de 90° sem testagens - Relaciona de partes do programa com sua representação gráfica - Correção de <i>bugs</i> - Planejamento de jogos - Ideias exploratórias de reversibilidade em relação ao giro - Conservação do programa 	Y, Q, N

	Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro	- Identificação de que o giro se dá a partir da posição do <i>sprite</i> - O programa é um objeto manipulável - Antecipação de comandos que executam tarefas - Ideias iniciais de reversibilidade	Z, V, T, S, M, L
Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração de programas	Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade	- Utilização de giros e movimentos incluindo seus inversos - Reconhecimento do giro externo - Utilização, em geral, de coordenadas cartesianas para indicar posições	W, P, O, K
	Subfase 3-B: Exploração de conceitos avançados	- Identificação de padrões e utilização deles em suas programações atrás de comandos de repetição - Criação de novos blocos e combinação deles em seus programas	

Fonte: A autora

Diante da análise dos encontros realizados com os alunos observa-se semelhanças em relação às condutas observadas por Fagundes(1986) sobre o conceito de programa. Essas condutas serviram de inspiração para a construção das fases, ampliando o olhar para a relação entre a construção do conceito de programa e do conceito de ângulo.

Considera-se importante trazer aqui um resumo de cada uma dessas fases e subfases enfatizando as principais características encontradas em cada uma.

Fase 1: Identificação do computador como ferramenta

Subfase1-A: Digitação e uso dos menus dos programas – essa subfase se caracteriza pela descoberta de funções do teclado, como uso de caracteres especiais, e pela interação com os menus de programas, permitindo ao aluno trabalhar com diferentes janelas ao mesmo tempo. Em relação à programação, trabalha com um algoritmo mais primitivo, apenas citando elementos. A programação no Scratch é exploratória, não encaixando os blocos de comandos.

Subfase1-B: Apropriação do software e testagem de giros – o sujeito passa a montar o algoritmo no Scratch usando a ideia de frase, em que os blocos devem ser encaixados seguindo uma sequência. Identifica que o código é composto por giro e deslocamento e o programa representa uma ação que dá certo, mas não compreende o que cada bloco representa em separado. A correção de *bugs* é feita alterando várias partes do programa. A exploração do software e suas ferramentas é constante, e os valores dos giros são constantemente testados, sem que haja uma compreensão do que eles representam; portanto, não há a antecipação do resultado.

Fase 2: O ângulo como a representação de um giro

Sufase2-A: Reconhecimento de “números mágicos” para posições – nessa subfase o sujeito passa a relacionar partes do programa com a sua respectiva representação gráfica, conseguindo identificar *bugs* e corrigi-los. Conserva o programa e identifica possibilidades de alterá-lo. Em relação ao ângulo, identifica o giro de 90° sem a necessidade de testagens e o associa a determinadas posições. Apresenta ideias exploratórias de reversibilidade em relação ao giro criando programas em que é possível girar para um lado e para o seu inverso.

Subfase2-B: Compreensão do sistema de giro – o programa passa a ser algo manipulável, permitindo combinações e alterações, e o sujeito antecipa comandos que executam tarefas. Demonstra de forma primitiva a ideia de reversibilidade. Identifica que o giro do *sprite* se dá a partir da sua posição, ou seja, compreende que o *sprite* carrega consigo sua referência espacial. É nessa fase que se encontra a maioria dos sujeitos ao final da pesquisa.

Fase 3: A coordenação de conceitos para a elaboração de programas

Subfase3-A: Apropriação da ideia de reversibilidade – nessa subfase o domínio do programa está mais ajustado, e o sujeito compreende suas possibilidades. Cria giros e movimentos, incluindo seus inversos, reconhece o giro externo nas suas construções, faz abstrações e utiliza e compreende coordenadas cartesianas.

Subfase 3-B: Exploração de conceitos avançados – dentre os dados coletados não se encontraram sujeitos nessa fase, mas identificaram-se possibilidades de atingi-la num segundo estágio a partir das anteriores. Essa subfase se caracterizaria pela identificação de padrões pelos alunos e a utilização de comandos de repetição para criá-los, além de criação de novos blocos no Scratch e uso de variáveis para combinar e recombinar programas. O conceito de ângulo

poderia ser aprimorado para a construção de polígonos regulares e a identificação do Teorema do Giro Completo proposto por Papert (1985).

Ao observar as fases e subfases apresentadas identifica-se que a construção do conceito de ângulo pode ocorrer paralelamente a compreensão e construção do conceito de programa. No primeiro momento, fase 1, a concepção de programa fica mais evidente, destacada também pelo início da apropriação da linguagem de programação pelos alunos. Já na fase 2, o conceito de ângulo passa a ser mais explorado pelos sujeitos, utilizando algumas ideias de reversibilidade (CHIAROTTINO,2005; FAGUNDES, 1986). Ao final, na fase 3, os sujeitos demonstram coordenar os conceitos de ângulo e programa para produzir movimentos cada vez mais elaborados, explorando conceitos matemáticos e de programação de forma mais independente. Assim, nota-se que as atividades propostas no Scratch priorizaram o desenvolvimento de situações variadas que permitissem aos alunos refletir sobre o conceito de ângulo e de programação em diferentes níveis de compreensão.

A partir dos dados analisados, no próximo capítulo são elaboradas as considerações finais a respeito da questão de investigação proposta e os possíveis desdobramentos para esta pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Os dados coletados desde o início desta pesquisa buscavam responder a questão norteadora: *Quais são as evidências de pensamentos matemáticos e como os alunos as expressam em atividades de programação envolvendo o conceito de ângulo?* Responder essa questão exige um olhar direcionado para o sujeito enquanto ele programa, e não apenas para o seu produto final. Visando fazer isso, as questões adicionais complementaram as etapas dessa caminhada. Nesse momento observa-se cada uma delas com possíveis identificações de respostas à luz dos dados e referenciais consultados.

Os códigos de programação indicam formas de pensar matemática? Ao olhar os códigos criados pelos alunos, identifica-se que eles correspondem a uma sequência, elaborada para a resolução de uma situação proposta que envolve o conceito de movimento. Primeiramente os alunos demonstravam pensar sobre o movimento que queriam realizar e depois projetavam, através dos códigos, uma representação para esse movimento. Ao programar o movimento, os sujeitos utilizavam programas que ao mesmo tempo trabalhavam com conceitos de deslocamento e giro, relacionando-os com grandezas diferentes (FAGUNDES, 1986). Neste sentido, ao determinar que o *sprite* se deslocasse através do bloco “mova 10 passos”, o sujeito estava trabalhando com um deslocamento retilíneo, enquanto o bloco “gire 10 graus” exigia pensar em um movimento circular. A compreensão desses movimentos e das grandezas que os envolve se dá a partir da combinação de esquemas que, diante das experimentações com o Scratch, permitiram que os alunos reconhecessem e utilizassem de forma consciente ideias de giro e plano cartesiano, formando também composições reversíveis em relação ao movimento.

Como os alunos expressam seus pensamentos em matemática durante a ação de programação? O acompanhamento sistemático dos alunos era essencial para esse questionamento. A inspiração no método clínico de Piaget permitiu olhar cada aluno como um sujeito em particular, na busca de compreender os esquemas por ele utilizados durante as situações propostas. Para uma aplicação de fato do método é necessário a aprimoração da pesquisadora, visto que a ansiedade por resposta ou ainda a falta de perguntas em determinados momentos dificultaram a compreensão do pensamento do sujeito. Piaget (BRINGUIER, 1993) afirma que esse método não é simples e precisa de tempo e prática para ser aprimorado. Além disso, aplicar o

método em um ambiente com vários alunos e a pesquisadora como coordenadora de toda a atividade didática também não representava o ambiente mais propício para sua execução. Contudo, pensamentos puderam ser identificados a partir de expressões dos alunos com o corpo ao tentar imitar o *sprite* e os movimentos com a mão, indicando antecipações em relação ao giro que seria realizado. Eles também os expressaram através de falas, explicitando seus teoremas-em-ação e conceitos-em-ação: *O 90 deixa o sprite reto, mudando o valor para 15° deixa mais aberto, se girar 60°, ele volta a ficar reto, pois é o contrário do que tu fez.* Os registros escritos também expressam formas de pensar. Os cartões confeccionados para auxiliar na programação e as marcações indicando os “locais” onde há giros em um determinado desenho são expressões de pensamento matemático. Associar o giro e outros comandos com situações anteriores e até mesmo extraescolares indica que os alunos fizeram conexões com seus conceitos adquiridos em outras experiências.

Atividades de programação favorecem a construção do conceito de ângulo?

Vergnaud (1993) afirma que a construção de um conceito envolve um conjunto de situações, um conjunto de esquemas e diferentes formas de representação. Durante as atividades de programação, os alunos vivenciaram diferentes situações em que o conceito de ângulo estava inserido, fazendo-os ativar, combinar, recombinar e construir diversos esquemas, além de representar ângulo de formas variadas. Identificam-se todos os elementos necessários propostos por Vergnaud (1993), mas os indícios de compreensão existem?

Na análise dos dados, identificou-se que os alunos dessa pesquisa passaram por fases que indicaram compreensões do conceito de ângulo e da própria programação. Primeiramente, exploraram livremente, testaram valores, não articularam os blocos de comandos com sua respectiva representação gráfica. Depois passaram a conhecer “números mágicos” que representavam movimentos, considerando o programa como algo imutável. Aos poucos passaram a reconhecer que o movimento ocorre a partir da posição atual do *sprite* e que cada parte do programa corresponde a uma ação. E finalmente identificaram que o programa é totalmente manipulável e gera outros, passaram a compreender o giro de forma mais consistente, consideraram giros externos e fizeram composições reversíveis (FAGUNDES, 1986). Considera-se que as situações utilizadas permitiram que os seus esquemas passassem por evoluções, levando a diferentes níveis de compreensão do conceito de ângulo. No entanto, não se pode afirmar que todos os alunos tenham

atingido esses níveis de compreensão do conceito de ângulo e do próprio programa, mas observa-se que o Scratch se mostrou uma ferramenta potente para estimular formas de pensar.

A questão central dessa pesquisa, embasada nas questões adicionais, permite afirmar que existem evidências de pensamento matemático e elas estão relacionadas a essas fases de vivências dos alunos. Durante todo esse processo, seus pensamentos foram expressos por gestos, programas, registros escritos, registros orais, movimentos com o corpo e associações com ações externas à escola.

Nesse sentido, propõe-se o uso do Scratch como uma ferramenta que possibilita ao aluno entrar em um mundo simulado que lhe permite pensar, descobrir, testar seus teoremas-em-ação e conceitos-em-ação. Da mesma forma, Papert propõe que é possível entrar num micromundo onde a linguagem é a matemática: “Em tais contextos informatizados, do mesmo modo como aprender francês na França, o aprendiz pode iniciar conhecendo algo de certo modo tateando, antes que se torne firme.” (PAPERT, 2008, p. 71).

As tendências de pesquisa com o Scratch publicadas muitas vezes utilizam o software como apoio para algum conteúdo que já foi estudado em sala de aula. Essa proposta de pesquisa propõe que o software seja utilizado para explorações que auxiliem o aluno na construção do conceito.

Durante as leituras anteriores à pesquisa, fizeram-se estudos sobre o pensamento computacional proposto por Wing (2006), e alguns de seus conceitos foram identificados durante a coleta de dados, como pensar de forma computacional para resolver um problema, uso de ideia de organização de dados, porém essa conexão de dados poderá compor estudos futuros.

Ao leitor sugerem-se questionamentos sobre a própria pesquisa e que não puderam ser implementados, como: qual a reação dos alunos frente às definições propostas pelos livros didáticos após as atividades com o Scratch? Os conteúdos abordados pelos livros induziriam nos alunos o mesmo engajamento que as atividades propostas no Scratch? Será que as atividades dos livros didáticos levariam os alunos às mesmas conclusões a respeito de ângulo?

Futuros encaminhamentos de estudos na área buscando relacionar compreensões matemáticas com o Scratch poderão estar ligados ao uso de comandos recursivos, de condicionais e de operadores observando também suas contribuições para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Desde o início dessa pesquisa, buscava-se observar o pensamento do aluno enquanto programava no Scratch, trazendo para a área da educação matemática contribuições frente à atividade de programar. A imersão nesse mundo permite ao professor conhecer o pensamento matemático dentro de outros contextos, propondo ao aluno aprender matemática através de situações desafiadoras e significativas. Fica aqui o convite para o leitor conhecer este contexto!

REFERÊNCIAS

ANDRINI, A.; VASCONCELLOS, M. J. **Praticando matemática, 6**. São Paulo: Editora do Brasil, 2012. 276p.

BARBOSA, J. L. M. **Geometria Euclidiana Plana**. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2000. 161p.

BARONE, J. **Livros didáticos de matemática da editora FTD no cenário brasileiro: as primeiras décadas do século XX**. 2008. 95f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008

BASSO, M. V. A.; BÚRIGO, E. Z. A Construção do Sistema Numérico Posicional. In. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. Porto Alegre: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UFRGS, v.5, n. 1, p. 55 - 65, dez.1992

BIANCHINI, E. **Matemática, 6**. 7ªEd. São Paulo: Moderna, 2011. 344p.

BOUCHENY, G.; GUÉRINET, A. **La Géométrie: à l'École primaire supérieure et au Cours complémentaire**. Paris: Librairie Larousse, 1920.

BRASIL. **Guia de Livros Didáticos: PNLD 2014: matemática**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2013. 104p.

BRINGUIER, J. C. **Conversando com Piaget**. 2ªEd. Tradução: Maria José Guedes. Rio de Janeiro: Bertrand, 1993. 210p.

CAMPOS, J. P. **Algoritmos para fatoração e primalidade como ferramenta didática para o Ensino de Matemática**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT), Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2014.

CARMO, M. P. Prefácio da 4ª Edição. In. BARBOSA, J. L. M. **Geometria Euclidiana Plana**. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2000, s/p.

CARVALHO, F. J. R. Reflexões sobre o desenvolvimento de jogos com Scratch no Ensino da Matemática. In. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.

CARVALHO JR., G. D.; AGUIAR JR., O. **Os Campos Conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.25, n.2, p.207-227, 2008.

CASTELNUOVO, E. **Geometría Intuitiva**. Destinada a los alumnos de la escuela primária y de enseñanza media elemental y a la orientación metodológica del profesorado. 3ª Edição. Tradução: Rafael Romero Mercadal. Buenos Aires: Editorial Labor, 1966.

CHIAROTTINO, Z. P. Os “estágios” do desenvolvimento da inteligência. **Revista Viver: mente e cérebro**. Coleção Memória da Pedagogia: Jean Piaget, Ediouro: Rio de Janeiro, n.1, p.16-23, 2005.

COMMANDINO, F. **Euclides-Elementos de Geometria**. Revisado por Aníbal Faro. São Paulo: Edições Cultura, 1944. 227p.

DANTE, L. R. **Projeto Teláris: Matemática - 6º ano**. 1ª Ed. São Paulo: Ática, 2012. 416p.

DELVAL, J. **Introdução à prática do método clínico: descobrindo o pensamento das crianças**. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DOLCIANI, M. P.; BERMAN, S. L.; FREILICH, J. **Álgebra Moderna: Estructura y Método**. Tradução: Ing. José A. Guevara Alfaro. Nápoles: Publicaciones Cultural, 1967.

EDITORA MODERNA (org.). **Projeto Araribá: matemática – 6º ano**. 3ª Ed. Editor Responsável Fábio Martins de Leonardo. São Paulo: Moderna, 2010.

EGIDO, S. V. Scratch como ferramenta de apoio à professores de Matemática. In. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.

FAGUNDES, L. C. **Psicogênese das condutas cognitivas da criança em interação com o mundo do computador**. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Psicologia, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

FARIAS, A. P.; MOTTA, M. S. As competências de aprendizagem para o Ensino de Matemática no século XXI e o software de programação Scratch. In. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.

FTD. **Geometria Elementar**. Por uma reunião de professores. Curso Superior. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Paulo de Azevedo & Cia, 1924.

FIC. **Elementos de Geometria**. 17ª Ed. Tradução: Eugênio de Barros Raja Gabaglia. Correta e revista por Jayme de Salles Georges. Rio de Janeiro: F. Briguiet & Cia, 1964.

GJERTSEN, D et all. **Dictionary of Mathematics**. 3ª Ed. New York: Penguin Books Ltd, 2003.

GOMES, W. F. et al. Incentivando meninas do ensino médio à área de Ciência da Computação usando o Scratch como ferramenta. In. Workshop de Informática na Escola, 20, 2014, Dourados. **Anais...** Dourados: SBC, 2014. p.223–232.

IMENES, L. M.; LELLIS, M. **Matemática – 6º ano**. 2ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012. 400p.

JACOBS, H. R. **Geometry**. 2. ed. United States of America: W. H. Freeman, 1987.

LANYI, D.; TOTH, J. Turtle Tips. **The National Logo Exchange**, Charlottesville, v. 3, n. 2, p. 6-7, out. 1984. Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/nlx/v3/Vol3No2.pdf>>. Acesso em 28 abr. 2016.

LEMOS, A. V. **Recuperação de Conteúdos: desenvolvendo uma sequência didática sobre equações de 1º grau disponível no Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA)**. 2013. 215 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2013. Disponível em <<http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/167/160>>. Acesso em 10 mar 2017.

LUMMERTZ, R. S. **As potencialidades do uso do software Scratch para a construção da Literacia Digital**. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

MAGINA, S. A. A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. In. **Encontro Regional de Professores de Matemática**, 18., 2005, São Paulo: Unicamp. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2017.

MARJI, M. **Aprender a programar com Scratch**. Tradução: Lúcia Kinoshita. São Paulo: Novatec, 2014. 284 p.

MARQUES, M. T. P. M. **Recuperar o engenho a partir da necessidade, um recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação o Scratch em contexto formal de aprendizagem**. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/847>>. Acesso em: 15 fev. 2017

MOTA, F. P., et al. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico no Ensino Médio: uma proposta utilizando a ferramenta Scratch. In. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 25, 2014, Dourados. **Anais...** Dourados: SBC, 2014. p. 377–381.

MUNIZ, C. A. O conceito de “esquema” para um novo olhar para a produção matemática na escola: as contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. In MUNIZ, C. A., BITTAR, M. (Orgs.) *A aprendizagem de matemática na perspectiva dos campos conceituais*. Curitiba: Editora CRV, 2009. p.37-52.

NETO, A. J. B. **A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciados em Matemática**. 2015. 155 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, F. D.; CORDEIRO, E. C. F. Oficina aplicada utilizando o Scratch como ferramenta de auxílio no Ensino de Matemática. In. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.

ORO, N. T., et al. A Olimpíada de Programação de Computadores para Estudantes do Ensino Fundamental: A interdisciplinaridade por meio do *software Scratch*. In. Workshop de Informática na Escola, 21, 2015, Maceió. **Anais...** Maceió: SBC, 2015. p. 102-111.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. Tradução: José Armando Valente. São Paulo: Brasiliense, 1985. 253 p.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008. 224 p.

PEREIRA, F. A. **Aprendizagem de tópicos de geometria em ambiente LOGO: Uma proposta didática para os Anos Finais do Ensino Fundamental**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/86265>>. Acesso em 30 mar 2017.

PINTO, A. S. **Scratch na aprendizagem da Matemática no 1.º Ciclo do Ensino Básico: estudo de caso na resolução de problemas**. 2010. 119 f. Dissertação (Mestrado em Estudos da Criança) - Universidade do Minho, Braga, 2010. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/14538> >. Acesso em: 15 fev. 2017.

PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática.**, v.19, n.25, p.105 -132, 2006. Disponível em < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1880/1657> >. Acesso em: 08 abr. 2016.

RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM**. [s.l.]. n 11, p. 60-67, nov. 2009. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf> >. Acesso em: 20 maio 2016.

ROCHA, A. K. O. **A programação de computadores como meio para integrar diferentes conhecimentos: uma experiência com professores de Matemática**. 2015. 237 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática, Área de Concentração: Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação de Matemática, Universidade Anhanguera, São Paulo, 2015.

SANTOS, A. C. **Aprendizagem mediada por linguagens de autoria: o Scratch na visão de três pesquisadores**. 2014. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

SÁPIRAS, F. S.; VECCHIA, R. D. O Construcionismo e o uso do Scratch. In. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.

SAÚGO, C. **Explorando a informática educativa como alternativa de ensino da geometria plana na educação básica.** 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

SHIMOHARA, C.; SOBREIRA, E. S. R.; ITO, O. Potencializando a programação de jogos digitais de matemática através do Scratch e da avaliação Game Flow. In: Workshop de Informática na Escola, 22, 2016, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SBC, 2016. p. 436-445.

SILVA, S. P. **O uso da lógica d programação para a educação matemática no ensino médio: experiências com o Scratch.** 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

SILVA, W. M. **Scratch x Geogebra: Uma proposta no ensino-aprendizagem dos Números Complexos.** 2015. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, J. R.; PATARO, P. R. M. **Vontade de Saber Matemática – 6º ano.** 2ª Ed. São Paulo: FTD, 2012. 448p.

SUGARMAN, J. Brookline Students Hunt LOGO Bugs. **The National Logo Exchange**, Charlottesville, v. 1, n. 4, p. 1-2, dez. 1982. Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/nlx/v1/Vol1No4.pdf>>. Acesso em 30 abr 2016.

VALENTE, W. R. **Uma história da matemática escolar no Brasil, 1730-1930.** 2ª Ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2007. 214p.

VALENTE, W. R. **Oswaldo Sangiorgi: um professor moderno.** São Paulo: Annablume: 2008. 250p.

VECCHIA, R. D. **A Modelagem Matemática e a Realidade do Mundo Cibernético.** 2012. 275f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.

VENTORINI, A. E. **Construção de relações funcionais através do software Scratch**. 2015. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Área de Concentração em Educação Matemática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

VERGNAUD, G. Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas. **Análise Psicológica**, v. 1, p.75-90, 1986.

_____. Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**. 1993. p. 1-26.

_____. **A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escola elementar**. Tradução: Maria Lúcia Faria Moro. Curitiba: UFPR, 2009. 322p.

_____. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Revista**, n. Especial 1/2011, Editora UFPR: Curitiba, p.15-27, 2011.

VIANNA, C. R.; CURY, H. N. Ângulos: uma “História” escolar. **Revista História e Educação Matemática**. Sociedade Brasileira de História da Matemática, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 23-37, jan./jun. 2001. Disponível em: <<http://www.professores.uff.br/hjbortol/disciplinas/2010.2/gma00116/arquivos/vianna-cury-artigo.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

VITALE, B. Computador na escola: um brinquedo a mais? **Ciência Hoje**, v. 13, n. 77, p. 19-25, out./nov. 1991.

WING, J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, vol. 49, n. 3, p.33-35, mar 2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Produto Didático

O produto didático dessa pesquisa é formado pela sequência didática utilizada para a coleta de dados e um tutorial que apresenta a interface e alguns dos principais blocos de comandos utilizados na aplicação das atividades. A sequência foi atualizada a partir das constatações feitas durante a prática e está disponibilizada aqui na sua versão final.

O produto didático também foi disponibilizado em uma versão *online* através de uma página wiki, assim como foi feito com os alunos durante a prática. Na wiki é possível fazer download dos arquivos produzidos no Scratch e deste produto em formato PDF. Há uma página com links para vídeos e sites que contém materiais de apoio e reflexão. O endereço da wiki é <http://matematicaprogramacao.pbworks.com>.

1º Encontro: Escrevendo algoritmos

Objetivo

- Descrever uma ação através de um algoritmo

Atividade

Ler a situação apresentada na figura e escrever os passos para a organização da mochila.

Imagine que vamos acampar no sítio dos meus pais durante o próximo final de semana, sairemos no sábado pela manhã e retornaremos no domingo, após o almoço.

O sítio possui um campo grande, espaço para trilhas ecológicas, mas não possui lago nem piscina. A casa está em reforma, mas teremos acesso ao quiosque que possui um banheiro e uma cozinha grande com mesa e banco para todos. As refeições básicas como café da manhã, almoço e janta serão organizadas pelos meus pais. Cada um será responsável pela sua mochila com o material necessário para passar o final de semana.

O que você levará na mochila?

Descreva os passos que você fará para a organização dessa mochila, mas lembre-se que ao dispor o conteúdo nela deverá ter acesso rápido e fácil. Além disso, não haverá carregador de bagagens, portanto você deverá ser capaz de levar todo o seu material.



Hipóteses

H1 - Os alunos iniciarão pensando nas roupas que deverão colocar na mochila e não na mochila.

H2 - Nem todos os alunos pensarão na praticidade ao organizar a mochila, considerando que colocarão na parte superior os itens que irão usar com mais frequência.

H3 - Os itens básicos serão organizados em uma pequena bolsa à parte.

H4 - Alguns alunos se lembrarão de colocar lanches na mochila e que esses deverão estar organizados em partes separadas das roupas e materiais básicos.

Questionamentos durante a atividade

Descrição Inicial

- O que é um acampamento?
- Quais são os materiais essenciais que você precisa levar?

Praticidade

- Em qual ordem de organização dos materiais você pensou?
- Como você determinou essa ordem de organização?
- O que você considera itens básicos? Onde os colocou?

Possibilidades

- Algum item que você colocou poderia ser retirado? Por quê?
- Há outra possibilidade de organização de algum grupo de itens?

2° Encontro: Conhecendo algoritmos

Objetivos

- Compreender o que é um algoritmo
- Conhecer o Scratch
- Realizar programações com movimentos e giros no Scratch

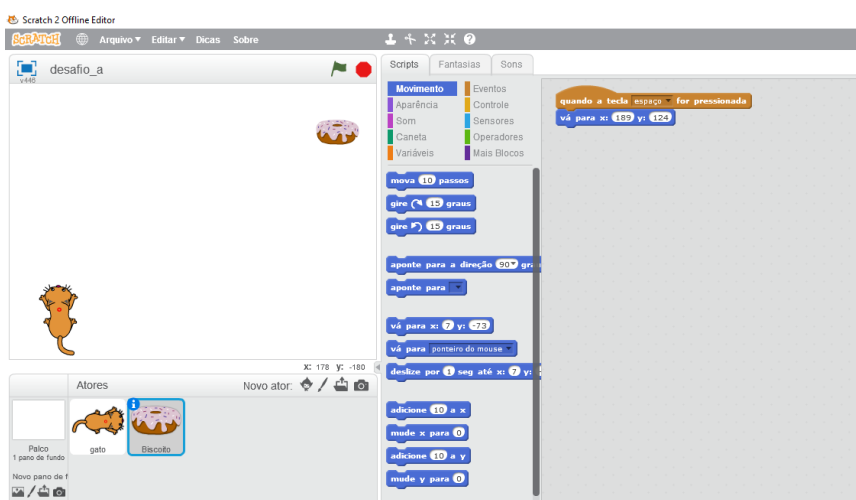
Atividades

1 - Compartilhamento no grande grupo do que cada um escreveu em suas descrições e montagem coletiva de um “modelo” para a organização da mochila.

2 - Conhecer o Scratch

Apresentação do Scratch mostrando o palco, blocos e a área de comandos. A demonstração do software será realizada através de questionamentos aos alunos sobre quais blocos devem ser utilizados para que o *sprite* ande e depois gire para a direita e esquerda. Nesse momento os blocos apenas serão apresentados esses dois blocos de comandos sem a intenção de ensinar modelos de comandos.

3 – Desafio A: criar um algoritmo para que o gato chegue até o biscoito.



Hipóteses:

- H1 - Os alunos farão o trajeto do gato através de uma diagonal.
- H2 - Os alunos conseguirão programar o gato.

H3 - Os alunos questionarão o que representa a programação já presente na área de comandos.

H4 - Os alunos farão testagens para descobrir o giro e a quantidade de passos necessário para o deslocamento.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Como você fará o deslocamento do gato?
- O que você precisa “ordenar” ao gato?

Programação

- Quais os blocos necessários?

Compreensão matemática

- Como você descreve a ação do gato quando é executado o comando mova um determinado número de passos?

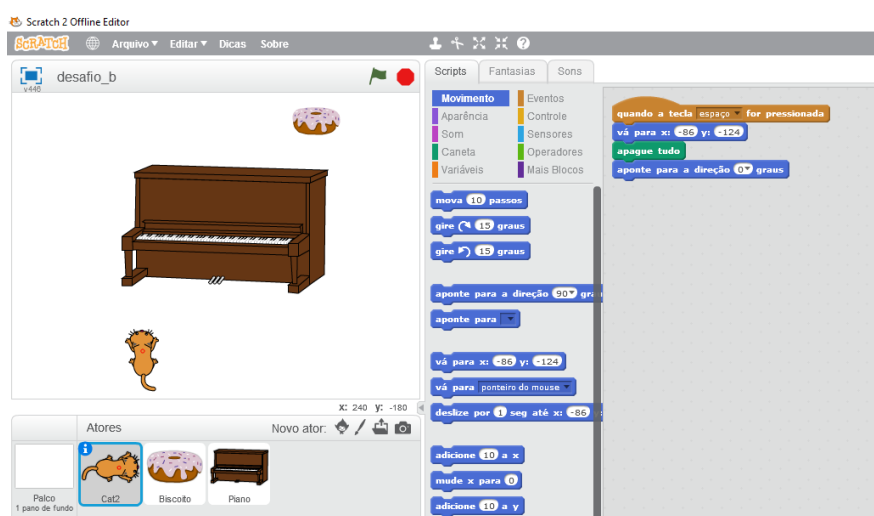
3º Encontro: Conhecendo algoritmos

Objetivo

- Realizar programações com movimentos e giros no Scratch

Atividade

1 - Desafio B: criar de um algoritmo que leve o gato do ponto de partida até o biscoito sem tocar no piano.



2 - Criar outras possibilidades de caminhos para que o gato chegue até o destino final.

Hipóteses:

H1 - Os alunos farão testagens para descobrir quantos passos o gato precisa se mover e quantos graus precisa girar para não bater no piano.

H2 - Alguns alunos estarão em busca, durante as testagens, do ângulo de 90°.

H3 - Alguns alunos questionarão o que significa “grau”.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Como você fará o deslocamento do gato?
- O que você precisa “ordenar” ao gato?

Programação

- Quais os blocos necessários?
- Qual a sua dificuldade durante a realização da tarefa?

Compreensão matemática

- Como você descreve a ação do gato quando é executado o comando gira?

4° Encontro: Identificando giros e trabalhando com labirintos

Objetivos

- Relacionar a ideia de giro com ângulo
- Criar um registro que represente os valores dos giros
- Identificar os valores dos giros durante a programação

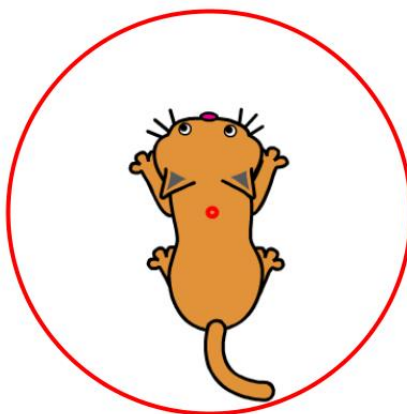
Atividades

1 – Observar um programa criado por um colega identificando giros e movimentos.

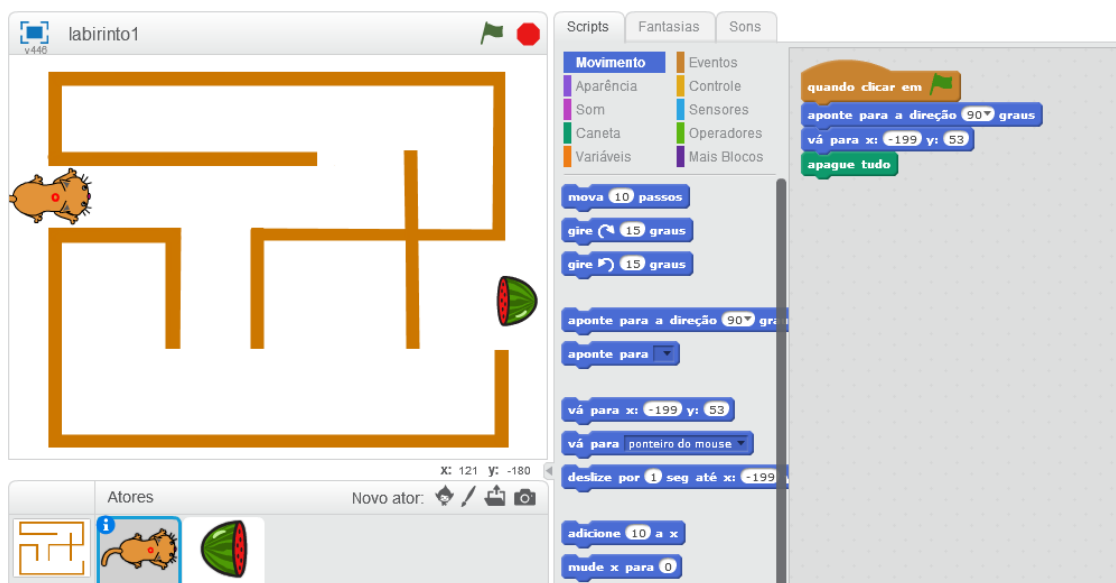
Questões para a discussão oral com a turma:

- Observando a produção do colega, como vocês descrevem a ação do bloco “mova ____passos”?
- E a ação do bloco “gire ____graus”?
- Qual a diferença entre os dois blocos de “gire”?
- Vocês já ouviram falar nesse valor em graus? Onde? O que vocês sabem sobre isso?
- Se uma volta completa é 360° , quanto é meia volta?
- Qual o valor que representa a metade da metade de meia volta?

2 – Marcar no cartão os valores dos giros a partir da posição inicial do gato.



3 – Programar o gato para que ele percorra o labirinto, sem tocar nas bordas, até chegar à melancia.



Hipóteses

H1 – Os alunos mostrarão exemplos de situações em que o conceito de ângulo é utilizado.

H2 - Os alunos farão as marcações dos ângulos de 90° , 180° e 270° considerando o giro apenas para um dos lados.

H3 – No labirinto 1 os alunos identificarão os giros e utilizarão o ângulo de 90° sem fazer testagens.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Descreva o caminho que o gato deve percorrer.

Programação

- Você teve alguma dificuldade durante a atividade?

Compreensão matemática

- Como você descobriu os valores dos giros do gato?

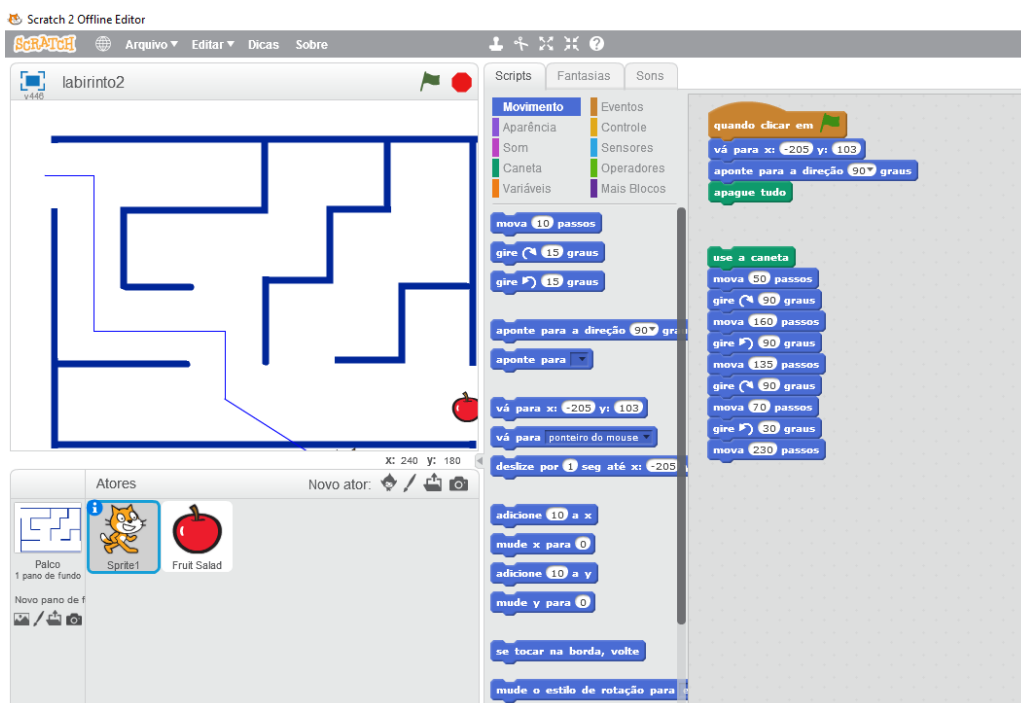
5° Encontro: Corrigindo um bug na programação

Objetivos

- Identificar os valores dos giros em diferentes situações de programação
- Analisar um algoritmo no Scratch
- Identificar o *bug* em um algoritmo e corrigi-lo

Atividade

1 - Analisar um algoritmo no Scratch com o objetivo de descobrir o *bug* na programação e corrigi-lo.



2 – Criar outro algoritmo com *bug* para o labirinto da atividade anterior e trocar com algum colega.

Hipóteses

- H1 - Os alunos identificarão o *bug* no ângulo.
- H2 - Os alunos separarão o algoritmo em partes para identificar o *bug*.
- H3 - Os alunos farão a correção do *bug* através da observação dos blocos existentes (sempre vira 90°).
- H4 – Os alunos criarão algoritmos com *bug* em mais que um ponto

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Qual problema você identifica nesse algoritmo?

Programação

- Qual procedimento você adotou para descobrir o *bug*?

Compreensão matemática

- O que é necessário fazer para corrigir o *bug*?

6° Encontro: Concluindo um algoritmo

Objetivos

- Identificar os valores dos giros em diferentes situações de programação
- Observar o algoritmo tentando identificar padrões para concluí-lo

Atividade

Observar a programação já realizada e completá-la a fim de que o carro chegue até a menina.

The screenshot shows a Scratch-like environment with a maze game. The maze is a purple path with a green car at the start and a girl character at the end. The programming interface shows a script for the car with the following blocks:

- quando clicar em [bandeira]
- vá para x: -214 y: 139
- aponte para a direção 90 graus
- apague tudo
- use a caneta
- mova 60 passos
- gire 60 graus
- gire 60 graus
- mova 50 passos

The interface also shows a palette of blocks (Movimento, Aparência, Som, Caneta, Variáveis) and a list of actors (carro, Menina).

Hipóteses:

H1 - Os alunos iniciarão olhando para os blocos e associando-os aos movimentos apresentados na tela

H2 – A partir da observação inicial, os alunos identificarão que o próximo bloco de giro a ser acrescentado é o de 60°.

H3 – Os demais blocos de giro serão “descobertos” a partir da observação do desenho do labirinto, identificando que o giro é sempre o mesmo.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Qual caminho você deseja que o carro realize?

Programação

- Os blocos já existentes precisam ser alterados?

- Quais blocos precisam ser acrescentados?
- Como você analisou a programação existente?

Compreensão matemática

- Qual o próximo giro que precisa ser realizado? Como você descobriu esse valor?
- Quais giros você utilizou para completar o resto do labirinto? Como os descobriu?

7º Encontro: Desenhando um jogo

Objetivos

- Planejar um jogo de labirinto
- Criar o cenário do seu jogo de labirinto
- Escolher/alterar/criar um *sprite* que represente o personagem do seu jogo

Atividades

1 - Planejar o jogo.

Cada aluno deverá descrever como será o seu jogo de labirinto.

2 - Conhecer o *Paint Editor* do Scratch.

Mostrar algumas das ferramentas básicas de desenho, cenários e atores disponíveis além dos formatos bitmap e vetorial que podem ser utilizados para a construção dos desenhos.

3 - Desenhar o cenário do labirinto e personagem do jogo.

Hipóteses

H1 – Os alunos farão uma descrição do seu jogo apontando os comandos que serão utilizados durante o jogo.

H2 - Os alunos conseguirão utilizar as ferramentas de desenho.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- Quais ações devem ser realizadas no seu jogo?

Programação

- Quais comandos você precisa para realizar essas ações?

Compreensão matemática

- Quais os valores de giro você utilizará? Para quais teclas?

8° e 9° Encontro – Programando o jogo

Objetivos

- Utilizar blocos de controle de eventos
- Prever ações do jogador e contemplá-las no seu algoritmo.
- Testar o jogo e identificar possíveis *bugs*
- Corrigir *bugs* no algoritmo

Atividades

- 1 - Conhecer alguns dos blocos de eventos e controles que podem ser utilizados no algoritmo do jogo.
- 2 – Construir o algoritmo do jogo
- 3 – Identificar e corrigir possíveis *bugs*
- 4 - Apresentar aos colegas seu jogo, trocar experiências com eles e sugerir melhorias aos projetos.

Hipóteses

H1 - Os jogos de labirinto dos alunos envolverão movimentos para a frente, para trás, para a direita e para a esquerda.

H2 – Alguns alunos apresentarão a necessidade de corrigir os giros que fazem com que o personagem fique de “cabeça para baixo”.

H3 – Alguns alunos perguntarão a respeito da possibilidade de usar comandos de sensores e de pontuação.

H4 - Os alunos identificarão os *bugs* em suas programações e a correção será por meio de testagens de blocos.

H5 – Os alunos identificarão possibilidades de melhorias para os projetos dos colegas.

Questionamentos durante a atividade

Compreensão da atividade

- É possível atingir o objetivo do jogo?

Programação

- Você identifica algum *bug* no seu jogo? Como pode corrigi-lo?

- As ações executadas pelo *sprite* correspondem as suas ideias iniciais?
- O jogo elaborado pelo seu colega corresponde as suas expectativas? O que poderia ser melhorado no projeto?

Compreensão matemática

- Como você programou os giros do seu *sprite*?
- Identifique semelhanças/diferenças entre os comandos do seu projeto o os do projeto do seu colega.

10º Encontro – Programando no papel

A proposta desse encontro contempla uma atividade em sala de aula, sem a possibilidade de visualizar ou interagir no Scratch.

Objetivos

- Identificar etapas necessárias para a programação no Scratch sem poder visualizá-lo.
- Identificar como os alunos trabalham com o conceito de ângulo fora do Scratch.
- Construir algoritmos para serem testados no Scratch

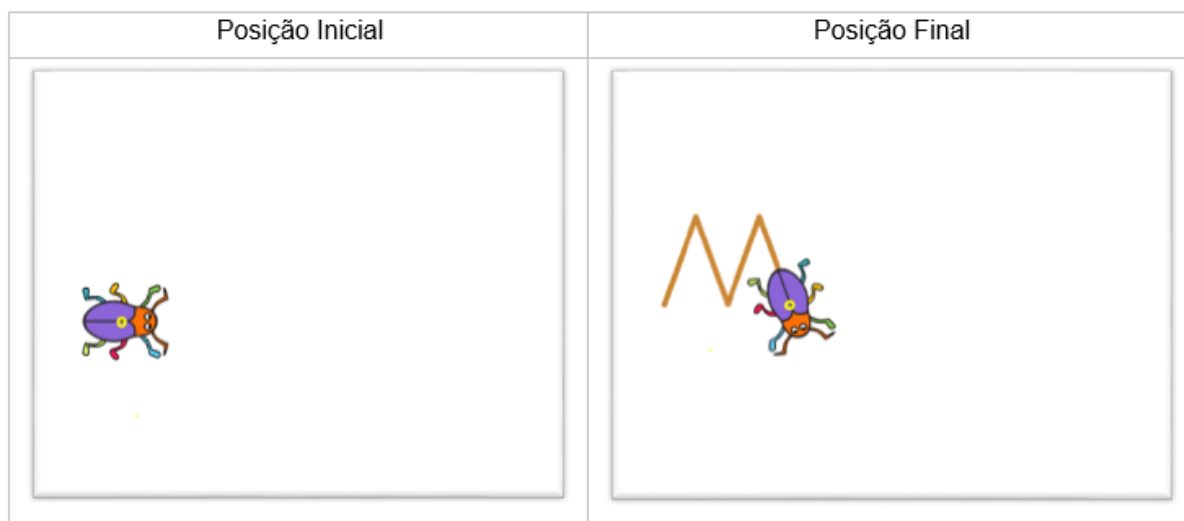
Atividades

1 – Observar a sequência de imagens onde a primeira representa a posição inicial do *sprite* e a segunda a posição final após a execução de um programa.



Após a observação, criar um programa, no papel, para que o *sprite* reproduza o desenho.

2 – Observar a sequência de imagens.



Novamente, após a observação, escrever um programa no qual o *sprite* reproduza o desenho.

Hipóteses

H1 – No primeiro caminho os alunos identificarão que o ângulo a ser utilizado é sempre o de 90° .

H2 – No segundo caminho os alunos farão suas construções considerando o ângulo interno.

Questionamentos durante a atividade

Descrição Inicial

- Qual o seu objetivo com a programação?

Programação

- Quais blocos de comandos são necessários?
- Observando seus comandos você identifica que eles desenharam toda a imagem apresentada?

Conceitos matemáticos

- Como você determinou os ângulos?

11° Encontro: Testando algoritmos

Objetivos

- Reproduzir no Scratch as programações feitas no papel
- Identificar etapas necessárias e desnecessárias na programação
- Corrigir *bugs*

Atividade

Reproduzir no Scratch os algoritmos feitos no papel no encontro anterior; após, verificar possíveis bug e corrigi-los, fazendo o registro dessas correções na folha.

Hipóteses

H1: Os alunos sentirão a necessidade de usar as coordenadas (x,y)para indicar a posição inicial do *sprite*.

H2: Os alunos corrigirão os ângulos sem fazer testagens.

H3: Alguns alunos farão todo o algoritmo novamente, descartando as ideias iniciais.

Questionamentos durante a atividade

Descrição Inicial

- Ao ser executado, o seu algoritmo fez o desenho solicitado?

Programação

- Onde você identificou bugs?

Conceitos matemáticos

- Como você ajustou os ângulos?

Tutorial do Scratch

Este tutorial tem como objetivo apresentar o Scratch ao leitor, levando-o a conhecer sua interface e alguns de seus comandos que podem ser utilizados na execução das atividades propostas neste produto didático.

1 Interface

O nome Scratch tem origem na técnica de *scratching* utilizada por *disc jockeys* (DJs) de *hip-hop*²⁶, que com as mãos mexem os discos de vinil para a frente e para trás, produzindo uma mistura de músicas criativa. O Scratch também propõe uma mistura em que o usuário pode utilizar, em um mesmo projeto, gráficos, animações, fotos, músicas e sons.

A interface é intuitiva, sendo composta por quatro áreas principais, de acordo com a figura 1.

Figura 1: Interface do Scratch



Fonte: A autora

²⁶ Gênero musical que surgiu na década de 70.

O gato da figura 1 é chamado de *sprite* (ator). Em um mesmo projeto pode-se inserir inúmeros *sprites* que executam ações diferentes. Os *sprites* entendem e obedecem um conjunto de instruções que lhe são atribuídas em um programa.

Um programa de computador é um conjunto de instruções que determinam as ações que devem ser executadas pelo computador, e essas instruções são escritas através de uma linguagem, que recebe o nome de linguagem de programação. A maioria das linguagens de programação se baseiam em texto, ou seja, é necessário digitar um conjunto de comandos para criar um programa que executará uma determinada função. No Scratch os *sprites* também se movimentam e realizam determinadas ações a partir de comandos, porém os comandos estão organizados em blocos que devem ser arrastados até a área de comandos, onde são encaixados formando um *script* (comando, programa). Os blocos facilitam a programação, pois com o Scratch não há problema de sintaxe como em outras linguagens; eles já estão pré-formatados, bastando ao “programador” apenas encaixá-los. Na figura 2 apresenta-se um exemplo de *script* feito no Scratch para a construção de um quadrado.

Figura 2: *Script* no Scratch



Fonte: A autora

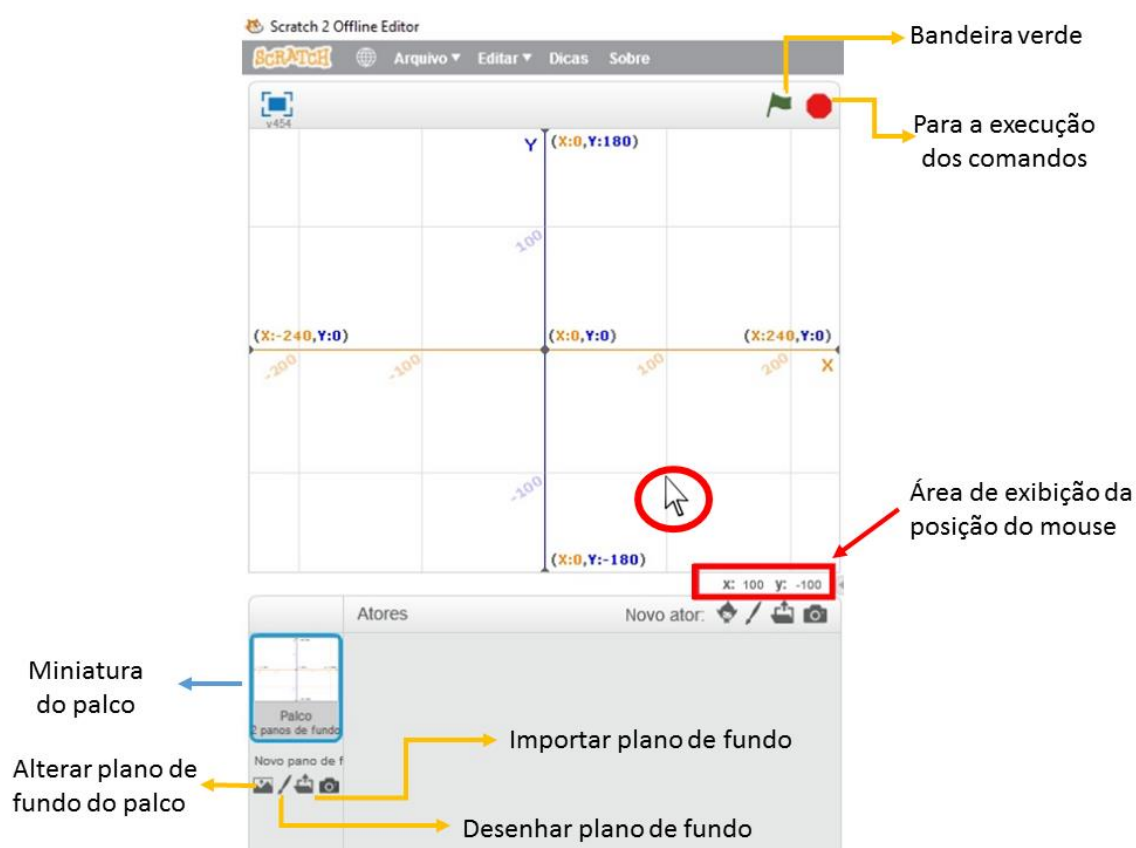
Observando o conjunto de comandos da figura acima, percebe-se que os blocos se encaixam como blocos de Lego²⁷, permitindo assim que o aluno experimente diferentes combinações. Nota-se também que utiliza uma programação sequencial, ou seja, as ações são executadas na sequência em que os blocos foram encaixados.

²⁷ Brinquedo que possui diversos tipos de peças que podem ser encaixadas formando várias construções. Elas serviram de inspiração para os blocos de comandos do Scratch.

2 Palco

No Scratch os *sprites* se movimentam a partir de passos. O palco tem 480 passos de largura e 360 passos de altura, e sob ele há um plano cartesiano, cujo centro corresponde ao centro do palco. Ao movimentar o mouse pelo palco, é possível verificar a posição (x,y) do mouse. A figura 3 exemplifica essa situação e demonstra outras funções que podem ser executadas no palco.

Figura 3: Palco do Scratch

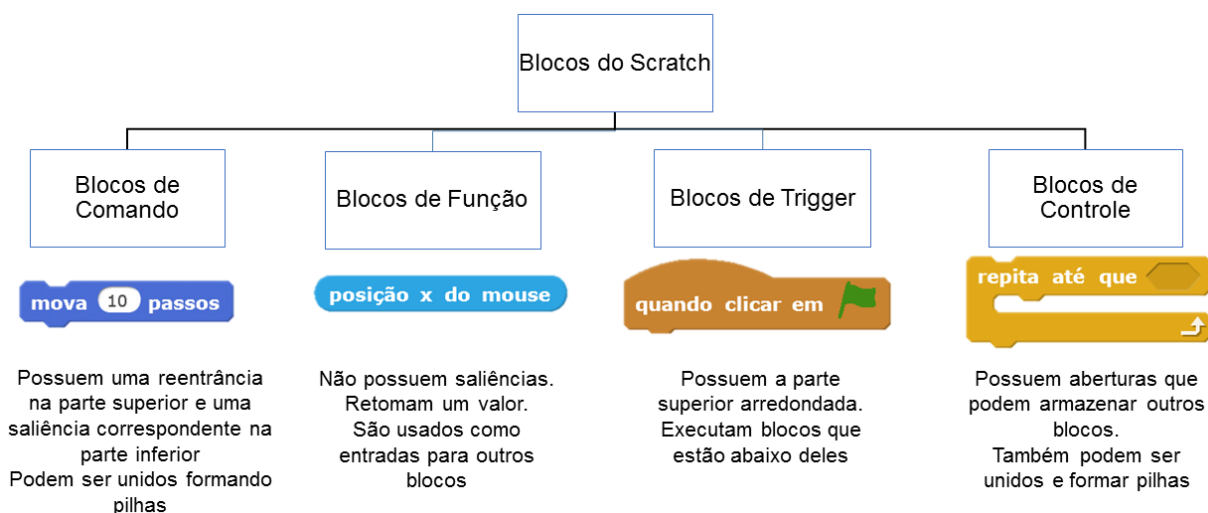


Fonte: A autora

3 Blocos do Scratch

O Scratch possui quatro tipos de blocos que podem ser identificados pelo seu formato, conforme se pode ver na figura 4.


Figura 4: Tipos de blocos do Scratch












Fonte: Adaptado de Marji (2014)

Os blocos do Scratch estão divididos em dez categorias, e cada uma delas corresponde a um grupo de ações. O quadro 1 apresenta essas categorias, alguns de seus blocos e sua respectiva função. Para a escolha dos blocos descritos nesse quadro consideraram-se os comandos utilizados na sequência de atividades propostas nesse produto. As categorias som, variáveis, operadores e mais blocos não foram utilizadas, mas optou-se por apresentá-las ao leitor devido às possibilidades de recursos a serem incluídos em um projeto.

Quadro 1: Categorias de comandos e suas funções

Categoria	Bloco	Ação
Movimento 	Mova	Desloca o <i>sprite</i> de acordo com o número de passos inserido no campo.
	Gire n graus (para a direita ou para a esquerda)	Gira o <i>sprite</i> para a direita ou esquerda. O valor acrescentado indica de quantos graus será esse giro.
	Vá para x:___y:___	Move o <i>sprite</i> para a posição (x,y) indicada.
	Aponte para a direção n graus	Faz com que o <i>sprite</i> gire para a direção indicada, considerando sua posição original.
	Mude estilo de rotação para _____	Permite que o <i>sprite</i> gire em todas as direções, apenas para a esquerda e direita ou, ainda, não gire.
Aparência	Pense/Diga	Exibe acima do <i>sprite</i> um balão de pensamento/fala.

	Pense/Diga por n segundos	Exibe acima do <i>sprite</i> um balão de pensamento/fala que fica visível por um tempo determinado.
	Esconda/Mostre	Esconde ou mostra o <i>sprite</i> .
	Mude para a fantasia	Altera a fantasia do <i>sprite</i> .
Som 	Toque o som ____ até o fim	Toca todo o som escolhido.
	Adicione n ao volume	Aumenta ou diminui o volume do som.
	Use o instrumento n	Permite a escolha de algum dos instrumentos da lista, como piano, guitarra, bateria, entre outros.
	Toque a nota n por z batidas	Toca uma nota por um tempo do instrumento escolhido.
Caneta 	Apague tudo	Apaga todos os desenhos feitos com a caneta e carimbo.
	Use a caneta	Ativa a caneta.
	Levante a caneta	Desativa a caneta.
Variáveis 	Cria uma variável	Permite a criação de uma variável para um ou mais atores. Cria <i>scripts</i> que podem ler e armazenar dados, utilizados, por exemplo, para criar pontos em jogos.
	Criar uma lista	Cria listas que podem ser usadas para agrupar valores que tenham alguma relação.
Eventos 	Quando clicar em “bandeira verde”	Permite que seja elaborado um conjunto de procedimentos que serão executados clicando-se na bandeira verde que está na parte superior do palco.
	Quando a tecla ____ for pressionada	Permite que um conjunto de ações (ou apenas uma) seja executado no momento em que a tecla escolhida for pressionada.
	Enviar mensagens	Envia uma mensagem a um ou mais <i>sprites</i> . Essas mensagens servem para coordenar ações.
	Quando receber mensagem	Permite que uma ou mais ações sejam executadas quando o personagem receber uma mensagem (aviso) de outro.
Controles 	Espere	Faz com que um comando espere um determinado tempo para ser executado.
	Repita n vezes	Repete os comandos de acordo com a quantidade de vezes determinada.

	Sempre	Repete infinitamente um comando ou conjunto de comandos.
	Se...então	Realiza uma ação a partir de uma condição específica.
	Se...então...senão	Realiza uma ação a partir de uma condição específica e, caso ela não ocorra, executa outra ação.
Sensores 	tocando na borda volte	São blocos que retomam um valor. São inseridos dentro dos blocos de controle e de comando.
	tocando na cor__	
Operadores 	__*__	Contém diversos operadores que são inseridos dentro de blocos de controle e de comando. Podem ser usados para realizar operações, escolha de números aleatórios, união, intersecção, negação, entre outros.
	__+__	
	__<__	
Mais Blocos 	Criar um bloco	Possibilita criar um bloco que realiza um conjunto de ações.
	Adicionar uma extensão	Permite acoplar extensões para projetos de robótica.

Fonte: A autora

4 Área de comandos

A área de comandos é o local onde serão “montados” os blocos que formarão o programa (*script*) de cada *sprite*. Para excluir um bloco da área de comandos, basta arrastá-lo para a área da paleta de blocos.

Não é necessário concluir um programa para que ele seja executado. É possível, a qualquer momento, testar um conjunto de blocos. Clicando sobre o primeiro, será executada a sequência abaixo dele (figura 5a), permitindo ao usuário fazer uma análise dos comandos como um todo. Clicando sobre os blocos que estão desconectados, ou desconectando os blocos de um programa (figura 5b), é possível testá-los individualmente, fazendo uma análise da função de cada um deles dentro do programa.

Figura 5: Blocos encaixados x blocos desencaixados



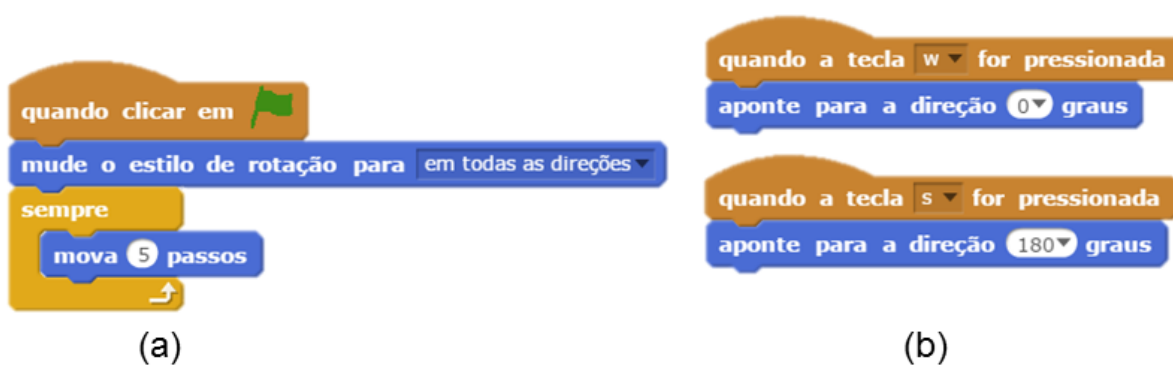
Fonte: A autora

Durante essa testagem, o “programador” pode encontrar um ou mais *bugs* (erros) no seu programa e parte para um processo de *debugging*. Essa expressão é usada em programação para indicar a análise realizada para encontrar um *bug*.

Enquanto um bloco ou um conjunto de blocos são executados, estes ficam com sua borda amarelada, indicando essa execução. Ao mesmo tempo, é possível visualizar no palco o *sprite* executando as ações correspondentes ao programa criado.

O Scratch admite uma programação paralela que consiste em eventos diferentes que acontecem simultaneamente. A figura 6 demonstra esse tipo de programação.

Figura 6: Programação paralela




Fonte: A autora

O conjunto de blocos da figura 6a é executado a partir do momento em que a bandeira verde é pressionada; ou seja, o *sprite* fica constantemente se movendo cinco passos para a direção que apontado. Após, se a tecla “w” ou “s” for pressionada, o seu comando correspondente (figura 6b) será executado juntamente com o anterior, fazendo, por exemplo, que o gato se mova cinco passos para cima.

5 Lista de *sprites*

Conforme já foi mencionado, é possível ter em um mesmo projeto vários *sprites*, porém vale destacar que cada *sprite* só vai executar uma ação se ela for programada; isto é, mesmo que todos os *sprites* executem a mesma ação, é necessário criar um conjunto de comandos para cada um dos *sprites*. É possível visualizar, na área de comandos, os programas associados a um *sprite* clicando-se sobre ele.

6 Paint Editor

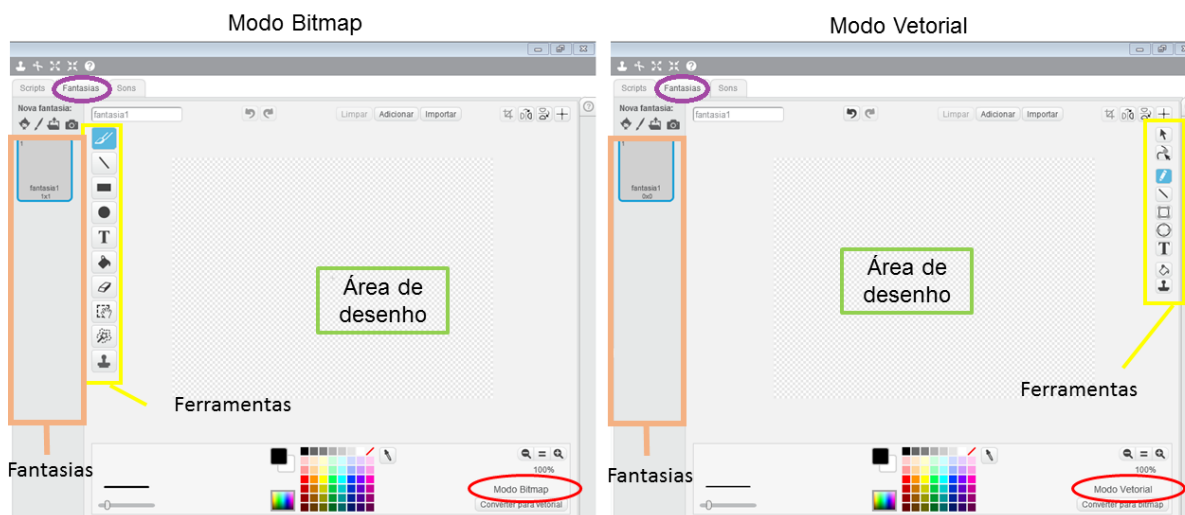
O Scratch disponibiliza um arquivo de *sprites* e cenários que podem ser utilizados nos projetos. Todas essas imagens podem ser editadas, mas o usuário também pode criar novas. As edições ou criações de imagens são realizadas no *Paint Editor*. Para acessá-lo, basta clicar no  (pincel) na área da lista de *sprites* (para desenhar um *sprite*) ou no pincel abaixo da miniatura do palco (para desenhar um palco). Após clicar sobre o pincel, é necessário acessar a aba “Fantasias” que está acima da paleta de blocos.

O *Paint Editor* é um editor de desenho em dois formatos, bitmap²⁸ ou vetorial²⁹. A figura 7 mostra os dois formatos de desenho.

²⁸ O editor de desenho Bitmap é semelhante aos editores de desenho como o Paint ou Kolourpaint. Esses editores guardam as informações (cor, posição) da imagem associando-as em cada um dos pontos minúsculos que ela contém, os chamados pixels.

²⁹ O editor de desenho Vetorial lembra editores como o Corel Draw ou Inkscape. Editores de desenho vetorial geram as imagens a partir de descrições geométricas de formas, e essas descrições são feitas através de vetores. As imagens vetoriais permitem ampliação sem perda de qualidade.

Figura 7: Paint Editor



Fonte: A autora

Na figura anterior identificam-se os modos de exibição de cada um dos editores. É possível visualizar também uma área onde ficam as fantasias, que correspondem a diferentes alterações na imagem de um mesmo *sprite*. A partir da criação de variações de um mesmo *sprite* (fantasias diferentes), podem-se gerar, por exemplo, programas que dão ideia de movimento, como gifs animados³⁰.

7 Site

Os criadores do Scratch também têm a intenção de favorecer a troca de ideias e o trabalho colaborativo com essa linguagem, e para isso criaram um site³¹ no qual os usuários realizam um cadastro e, com o seu perfil, postam suas produções. Os demais usuários podem comentar as publicações, sugerir modificações, fazer *download*³² para utilizá-las em seu computador e fazer um remix (espécie de mixagem inspirada na produção original) do projeto de um usuário cadastrado.

Ao visitar o site, encontram-se inúmeras animações, histórias, cartões virtuais, jogos, entre outros, produzidos por crianças, adolescentes e adultos do mundo inteiro. Pensando na possibilidade de fornecer maior suporte aos usuários, o site tem espaço

³⁰ Gifs animados são um conjunto de imagens compactadas em um só arquivo que produzem uma pequena animação.

³¹ <https://scratch.mit.edu/>

³² Transferir um arquivo para o seu computador.

de tutoriais e fóruns para a troca de ideias, além de disponibilizar o *download* do Scratch e uma versão *online*.

Atualmente o site disponibiliza um cadastro especial para professores em que se preenche um formulário indicando seu nível de atuação e suas intenções com o Scratch. O cadastro é analisado e, após sua liberação, o usuário professor pode criar turmas, cadastrar alunos e inserir materiais para os seus alunos.

Aos educadores que desejam utilizar o Scratch também se disponibiliza um site com fins educacionais³³. Esse site é desenvolvido pela Graduate School of Education de Harvard e visa à divulgação de artigos produzidos pelos idealizadores do Scratch, pesquisas acadêmicas, fóruns e espaço para troca de materiais produzidos por outros utilizadores da área da educação.

³³ <http://scratched.gse.harvard.edu/>

APÊNDICE B – Carta de apresentação para a Direção da Escola

Porto Alegre, 9 de maio de 2016.

Prezado Professor XXXXXXXXXXXX

Diretor da Escola Municipal de Ensino Fundamental XXXXXXXXXXXX

Ao cumprimentá-lo, venho solicitar sua permissão para que a Professora Kátia Coelho da Rocha, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possa realizar atividade relacionada com a coleta de dados para a pesquisa intitulada **Programando no Scratch também se aprende Matemática** desenvolvida pela professora-pesquisadora, sob minha orientação.

A participação dos estudantes nesse estudo tem como finalidade contribuir para atingir os objetivos estritamente acadêmicos da pesquisa, que, em linhas gerais, são:

- Traçar relações entre conceitos de programação e o ensino de Matemática
- Elaborar uma proposta didática em que os alunos possam explorar conceitos de ângulo e propriedades de figuras planas através de atividades de programação
- Identificar nos códigos de programação elaborados pelos alunos possíveis formas de pensar matemática
- Identificar possíveis contribuições do uso do Scratch para a aprendizagem de conceitos matemáticos

Durante a realização das atividades na Escola a professora-pesquisadora coletará produções e registrará a participação dos estudantes na realização de tarefas propostas. Os registros poderão envolver o uso de imagens fotográficas ou em vídeo. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação dos estudantes, solicitamos sua autorização para que possam ser utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, sem identificação dos alunos. Por oportuno, informamos que os pais ou responsáveis receberão documento de igual teor, no qual poderão manifestar sua concordância na participação dos estudantes nesse estudo.

Desde já agradeço e me coloco à sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Cordialmente,

Marcus Basso

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Informado

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 **Programando no Scratch também se aprende Matemática**, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) Kátia Coelho da Rocha. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Marcus Vinícius de Azevedo Basso, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, através do telefone ***** ou e-mail *****.

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:

- Traçar relações entre conceitos de programação e o ensino de Matemática
- Elaborar uma proposta didática em que os alunos possam explorar conceitos de ângulo e propriedades de figuras planas através de atividades de programação
- Identificar nos códigos de programação elaborados pelos alunos possíveis formas de pensar matemática
- Identificar possíveis contribuições do uso do Scratch para a aprendizagem de conceitos matemáticos

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 via telefone ***** ou e-mail *****.

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, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa: