

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA  
E ENSINO DE FÍSICA**

**CONSTRUÇÃO DE RELAÇÕES FUNCIONAIS  
ATRAVÉS DO SOFTWARE SCRATCH**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**André Eduardo Ventorini**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

# **CONSTRUÇÃO DE RELAÇÕES FUNCIONAIS ATRAVÉS DO SOFTWARE SCRATCH**

**André Eduardo Ventorini**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Área de Concentração em Educação Matemática, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação Matemática.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leandra Anversa Fioreze**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de  
Física**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação de  
Mestrado

**CONSTRUÇÃO DE RELAÇÕES FUNCIONAIS ATRAVÉS DO  
SOFTWARE SCRATCH**

elaborada por  
**André Eduardo Ventorini**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Educação Matemática**

**Comissão examinadora:**

**Leandra Anversa Fioreze, Dr.<sup>a</sup>**  
(Presidente/Orientadora)

**Marcus Vinícius de Azevedo Basso, Dr. (UFRGS)**

**Inês Farias Ferreira, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)**

Santa Maria, 14 de outubro de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Palavras breves e sinceras...

Agradeço, em especial, minha esposa Gisiane. A caminhada de um mestrado exige muito de um relacionamento, que só é possível de ser superada com paciência, tolerância, companheirismo e carinho. Muito obrigado.

Agradeço as minhas filhas Vitória e Valentina por compreenderem as “ausências” do papai neste período de estudos. Obrigado minhas princesinhas.

Agradeço a minha orientadora, professora Leandra Anversa Fioreze, exemplo de educadora, de dedicação, de comprometimento e amor à profissão. Obrigado pelos valiosos ensinamentos, pela confiança, pelo profissionalismo, pela atenção e principalmente, por fazer este sonho virar realidade. Obrigado.

Agradeço a minha família, mãe e irmãos que mesmo distantes, sempre me apoiaram e incentivaram. Obrigado Elena, Luis, Sérgio e Eliana.

Agradeço aos meus amigos do H.M.R. Sempre presentes. Obrigado pelas oportunas manifestações de apoio e companheirismo.

Agradeço ao Gerson, Regina, Everton e Vitor. Pessoas queridas que torceram para a conquista de mais um passo da minha carreira profissional. Obrigado.

Agradeço aos meus colegas do PPGEM&EF da UFSM, em especial ao meu colega Fabrício Fernando Halberstadt pelo apoio e incentivo dispensados.

Agradeço as equipes diretivas, professores e alunos do Colégio Estadual Manoel Ribas e Colégio Coronel Pilar que fizeram parte desta jornada. Obrigado.

Agradeço aos professores do PPGEM&EF - UFSM que contribuíram com seus valiosos ensinamentos. Obrigado.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

(Paulo Freire)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática & Ensino de Física  
Universidade Federal de Santa Maria

### CONSTRUÇÃO DE RELAÇÕES FUNCIONAIS ATRAVÉS DO SOFTWARE SCRATCH

AUTOR: ANDRÉ EDUARDO VENTORINI

ORIENTADORA: LEANDRA ANVERSA FIOREZE

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 14 de outubro de 2015.

Esta dissertação apresenta o delineamento de uma pesquisa de mestrado envolvendo alunos do primeiro ano do Ensino Médio, a qual tem por objetivo analisar as potencialidades do *software* de programação Scratch na elaboração de objetos de aprendizagem no processo de construção das relações funcionais envolvendo funções. Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo. As atividades elaboradas versam sobre a ideia de função, função inversa e o plano cartesiano e foram dinamizadas junto a três turmas de alunos de uma escola da cidade de Santa Maria/RS. Como aporte teórico adota-se a Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud e a Teoria do Construcionismo de Seymour Papert devido ao papel importante no estudo do funcionamento cognitivo do "sujeito-em-situação" e da contribuição do computador na compreensão dos conceitos matemáticos. Com o intuito de propiciar a construção das relações funcionais, as atividades foram planejadas com o uso do *software* Scratch, permitindo que o aluno realize diversas experimentações envolvendo conceitos da função. Os resultados apontam que a utilização do Scratch para a aprendizagem de funções oportuniza ao aluno fazer deduções, antecipações, controlar resultados, tirar conclusões, auxiliando na formalização e abstração desses conceitos, quando inserido em um ambiente de resolução de situações e investigação.

**Palavras-chave:** Relações funcionais, Função. Teoria dos Campos Conceituais. Teoria do Construcionismo. Scratch.

## **ABSTRACT**

Master Course Dissertation  
Post-Graduation Program in Mathematics Education and Fisics Teaching  
Federal University of Santa Maria

### **Construction of functional relationship through the software Scratch**

AUTHOR: ANDRÉ EDUARDO VENTORINI  
ADVISER: LEANDRA ANVERSA FIOREZE  
Defense place and date: Santa Maria, October, 14<sup>th</sup>, 2015.

This dissertation presents the delineation of a research for Master's Degree involving students of the first year of High School, which has the objective of analyzing the potentialities of the software Scratch for the elaboration of learning objects in the construction process of functional relationships involving functions. This is a qualitative research. The activities developed deal with the idea of function, inverse function and Cartesian Plane and were dynamized with three groups of students at a school in the city of Santa Maria/RS. As theoretical support it was adopted the Theory of Conceptual Fields of Gerard Vergnaud and the Theory of Constructionism developed by Seymour Papert due to the important role for the study of cognitive functioning of the subjects- in-situation and the contribution of the computer in the comprehension of Mathematical concepts. In order to promote the construction of functional relationships, activities have been planned with the use of the Scratch software, allowing the student to perform several trials involving concepts of function. The results show that the use of the Scratch for learning functions enables students to make deductions, anticipations, control results, conclusions, assisting in the formalization and abstraction of these concepts, when inserted into an environment of resolution of situations and research.

Key words: Functional Relationships, Function, Theory of Conceptual Fields, Theory of Constructionism, Scratch.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Programação na linguagem LOGO .....	30
Figura 2 – <i>Layout</i> do <i>software</i> de programação Scratch.....	32
Figura 3 – Apresentação de comando de repetição das linguagens Scratch (esquerda), Python (centro) e Pascal (direita).....	33
Figura 4 – Comandos (blocos) ainda não encaixados, apenas arrastados para a área de programação .....	34
Figura 5 – Comandos (blocos) encaixados formando “pilhas ordenadas” .....	34
Figura 6 – Comparativo entre as linguagens de programação LOGO e Scratch na construção de um quadrado.....	35
Figura 7 – Representação dos comandos do Scratch em duas situações: “não encaixados” e “encaixados” .....	48
Figura 8 – Construção de um quadrado com a programação do <i>software</i> Scratch...51	
Figura 9 – Programação que leva o personagem (objeto) ao primeiro quadrante do plano cartesiano .....	52
Figura 10 – Exemplos de comandos do Scratch (com coordenadas fixas) que levam o personagem ao primeiro quadrante .....	53
Figura 11 – Comando do Scratch .....	53
Figura 12 – Blocos de comando da linguagem Scratch .....	55
Figura 13 – Blocos de comando da linguagem Scratch .....	56
Figura 14 – Blocos de comandos de busca de informação e controle dos resultados da ação na linguagem de programação Scratch .....	56
Figura 15 – Mapa conceitual da teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud .....	58
Figura 16 – Representação da função $j = 4000.t$ .....	61
Figura 17 – Introdução do assunto função relacionado com geometria .....	64
Figura 18 – Exercício sobre função inversa .....	68
Figura 19 – Atividade introdutória ao assunto função .....	71
Figura 20 – Alunos reproduzindo programação sob orientação do professor – pesquisador no laboratório de informática .....	84
Figura 21 – Programação utilizando comandos “controle” e “movimento” .....	86
Figura 22 – programação utilizando comandos que expressam ideia ou sentido matemático.....	86
Figura 23 – Alunos no laboratório de informática durante a realização de uma atividade.....	90
Figura 24 – Produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 1 .....	93
Figura 25 – Comandos do Scratch com a função de criar tabelas (listas) .....	94
Figura 26 – Produção da dupla de alunos E24,E28 referente a atividade 1 com as funções de cada comando .....	94
Figura 27 – Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 1 .....	95
Figura 28 – Comandos do Scratch com função de criar variáveis .....	95
Figura 29 – Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 1 .....	96
Figura 30 – Comando organizado pela dupla de alunos G3,G6, na atividade, que insere a variável “y” no conjunto “x” .....	96
Figura 31 – Expressão algébrica organizada pela dupla de alunos G3,G6 na atividade 1 com os comandos do Scratch .....	98



Figura 32 – Substituição de variáveis através dos comandos “mude” e “adiciona” organizados pela dupla de alunos E24,E28 na atividade 1 .....	99
Figura 33 – Sequência da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2 ..	107
Figura 34 – Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 2 .....	108
Figura 35 – Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2 .....	109
Figura 36 – Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2 .....	110
Figura 37 – Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2 .....	111
Figura 38 – Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2.....	112
Figura 39 – Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2.....	113
Figura 40 – Sequência da construção da expressão algébrica na produção da dupla E24,E28 da atividade 2 .....	114
Figura 41 – Representação do esquema de pensamento evocado pelo E28 na atividade 2.....	116
Figura 42 – Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3.....	119
Figura 43 – Produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3.....	120
Figura 44 – Funções do comando “apaga...de...”do <i>software</i> Scratch .....	122
Figura 45 – Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3.....	125
Figura 46 – Tabela de correspondência entre as variáveis $x$ e $y$ após a digitação de valor negativo para a variável $x$ , na produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3 .....	125
Figura 47 – Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3.....	126
Figura 48 – Tabela de correspondência entre as variáveis $x$ e $y$ após a digitação de valor negativo para a variável $x$ , na produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3.....	126
Figura 49 – Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 4 .....	128
Figura 50 – Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 4 .....	129
Figura 51 – Recorte da produção da dupla de aluno G3,G6 da atividade 4 .....	130
Figura 52 – produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 4 .....	130
Figura 53 – Cenário “plano cartesiano” do <i>software</i> Scratch .....	132
Figura 54 – Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 4 .....	133
Figura 55 – Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 4.....	135

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – A relação entre o “meio”, o computador e os objetos-de-pensar-com ....	31
Quadro 2 – Síntese dos trabalhos envolvendo o <i>software</i> Scratch .....	43
Quadro 3 – Exemplo de situação introdutória ao assunto função .....	63
Quadro 4 – Exemplo de situações introdutórias ao assunto função.....	63
Quadro 5 – Atividade introdutória ao assunto função.....	74
Quadro 6 – Fases referentes a primeira etapa da pesquisa .....	85
Quadro 7 – Conteúdo, atividades e conceitos abordados na segunda etapa da pesquisa.....	88

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Apresentação.....	12
1.2 Justificativa da pesquisa.....	12
1.3 Organização do texto.....	21
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	22
<b>2.1 O Construcionismo de Seymour Papert e os ambientes de aprendizagens LOGO e Scratch</b> .....	22
<b>2.2 O software de programação Scratch</b> .....	31
2.2.1 O software de programação Scratch: intervenções na área da matemática....	37
<b>2.3 A teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud</b> .....	44
2.3.1 Conceito e Campos Conceituais.....	46
2.3.2 Esquema.....	50
2.4 Funções: a dimensão didática.....	58
2.4.1 Análise de livros didáticos.....	62
2.4.2 O Ensino Médio e as novas competências e sua relação com o conteúdo de funções.....	67
2.5 Funções: a dimensão cognitiva.....	71
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	78
<b>3.1 Delineamento da pesquisa</b> .....	78
<b>3.2 Os passos metodológicos da pesquisa</b> .....	81
3.2.1 Coleta de dados.....	81
3.2.2 Planejamento das aulas.....	82
3.2.3 As etapas da pesquisa.....	83
3.2.4 Detalhamento da abordagem metodológica.....	88
3.2.5 Sequência das atividades.....	90
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	92
<b>4.1 Atividade 1</b> .....	92
4.1.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G.....	92
4.1.2 Desenvolvimento da atividade 1 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise.....	97
4.1.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade 1.....	102
<b>4.2 Atividade 2</b> .....	106
4.2.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G.....	106
4.2.2 Desenvolvimento da atividade 2 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise.....	109
4.2.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade 2.....	111
<b>4.3 Atividade 3</b> .....	117
4.3.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28 e G3,G6 das turmas E e G.....	118

4.3.2 Desenvolvimento da atividade 3 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise.....	120
4.3.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28 e G3,G6 das turmas E e G com o Scratch da atividade 3.....	123
<b>4.4 Atividade 4.....</b>	<b>127</b>
4.4.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G.....	127
4.4.2 Desenvolvimento da atividade 4 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise.....	131
4.4.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade 4.....	133
<b>5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....</b>	<b>138</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>145</b>
<b>Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>146</b>
<b>Apêndice B – Guião.....</b>	<b>148</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação

A presente pesquisa tem por objetivo investigar as potencialidades do *software* de programação Scratch no processo de construção de relações funcionais envolvendo funções. As bases teóricas utilizadas para esta pesquisa são as teorias dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud e do Construcionismo de Seymour Papert. A área de atuação da pesquisa abrange alunos da primeira série do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Ribas de Santa Maria-RS e a metodologia utilizada foi o Estudo de Caso.

## 1.2 Justificativa da pesquisa

Minha experiência como professor da disciplina de Matemática na Educação Básica começou no ano de 1997 com turmas de primeiras séries do Ensino Médio. Na minha atuação como professor, observei que quando os alunos eram confrontados com situações que lhes exigiam certos conhecimentos, os mesmos apresentavam dificuldades, mais especificamente, com conhecimentos relacionados a funções.

Durante o processo de construção dos conceitos da função e do desenvolvimento de atividades (exercícios, leituras, interpretações e análises de gráficos, entre outras) algumas dificuldades observadas eram comuns entre a maioria dos alunos, no momento em que eles apresentavam, por exemplo, dificuldades em utilizar e reconhecer a linguagem algébrica para expressar relações entre variáveis dependentes; associar situações do cotidiano com funções; modelar situações-problema e identificar regularidades.

É um conteúdo que tem inúmeras aplicações na realidade. É muito comum as pessoas se depararem com situações no seu dia a dia onde precisam relacionar

duas ou mais grandezas, como, por exemplo, o preço a pagar pela gasolina em relação aos litros abastecidos; o valor a pagar por uma corrida de táxi em relação a quantidade de quilômetros do trajeto percorrido; o valor da tarifa de água em relação aos metros cúbicos consumidos; o tempo  $t$  (em horas) em relação a distância  $d$  (em quilômetros) para calcular a velocidade de um móvel, entre outras.

As situações observadas por mim em sala de aula indicavam algumas dificuldades. Quando solicitados a lerem e/ou resolverem uma situação problema envolvendo a ideia de função, os alunos não conseguiam compreender quais eram as relações existentes entre as grandezas envolvidas, nem definir as operações matemáticas necessárias para o seu desenvolvimento e resolução. Nesses momentos, eram frequentes perguntas do tipo: “*o que eu faço agora professor? Por onde eu começo?*” Percebia-se, inclusive, um grau de desânimo entre eles ao saberem que teriam que resolver um problema matemático. Outra situação observada, que gerava muitas dúvidas entre os alunos, era a dificuldade de associar ou determinar uma função a partir de seu gráfico com o objetivo de solucionar um problema.

Atento a essas dificuldades e também na crescente desmotivação apresentada pelos alunos, talvez pela não compreensão dos conceitos trabalhados em sala de aula, a metodologia de ensino e o processo de construção de conceitos matemáticos passaram a receber uma atenção especial, pois eu entendia que havia alguma outra maneira ou método de tornar as aulas mais atrativas e significativas.

A metodologia clássica utilizada por mim cuja tendência pedagógica era centrada no professor e no seu papel de transmissor e expositor de conteúdos através de aulas ou de desenvolvimentos teóricos na lousa, contribuía de certa forma para o insucesso escolar, pois não promovia e tampouco despertava nos alunos o interesse suficiente para sua participação ativa no processo de ensino e da aprendizagem. Entendo que se omitia, assim, o desenvolvimento de um ensino de matemática voltado à construção do conhecimento onde o aluno é parte integrante, que participa ativamente das atividades, que manipula dados, erra, investiga, corrige e (re)constrói seu pensamento a partir do erro e da análise do seu próprio processo de construção de saber.

Os dados trazidos por órgãos avaliadores externos como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), o Exame Nacional do Ensino Médio

(ENEM), o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e a Prova Brasil, apontavam, neste período inicial da minha docência, níveis baixos de aprendizagem na educação básica e, especificamente, na área de matemática. Em 2001, o SAEB já apontava dados preocupantes. O Relatório Nacional SAEB 2001 – 2003 trazia que, em 2001, 62,6% dos alunos da 3ª série do Ensino Médio encontravam-se no estágio “crítico” de construção de competências matemáticas. Em 2003, esse índice passou para 62,3%. O que se levava em conta nessa avaliação era a construção de competências e desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas.

Segundo este relatório, os alunos que se encontravam neste estágio “crítico”:

[...] desenvolvem algumas habilidades elementares de interpretação de problemas, mas não conseguem transpor o que está sendo pedido no enunciado para uma linguagem matemática específica, estando, portanto, muito aquém do exigido para a 3ª série do ensino médio (construção, leitura e interpretação gráfica; uso de algumas propriedades e características de figuras geométricas planas; e resolução de funções logarítmicas e exponenciais). (BRASIL, 2003, p. 51).

Já o Relatório Pedagógico de 2001 do ENEM apontou que apenas 37,80% dos alunos atingiram, na prova objetiva, o proposto para a competência III deste instrumento avaliativo que se refere à capacidade de selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações problemas.

Mesmo não sendo avaliações específicas da 1ª série do Ensino Médio, esses resultados apontam as dificuldades que os alunos apresentaram no decorrer do Ensino Médio e ratificavam o que eu vinha observando em sala de aula no início da minha docência.

Baseado nas dificuldades apresentadas pelos alunos, uma nova proposta ou uma nova abordagem para a construção de conceitos matemáticos passou a ser meu foco. Nesta busca, no ano de 2000, concluí minha especialização cujo título é: *O Computador e a Matemática no Ensino Fundamental e Médio*, no Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, em Santa Maria-RS, que teve como foco principal, a utilização do computador como recurso complementar para a melhoria da educação matemática e que utilizava, como “carro chefe” o *software* livre de

programação LOGO<sup>1</sup>, idealizado por Seymour Papert do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). A introdução de recursos tecnológicos como o computador em minhas aulas, passou então a ganhar espaço no processo de ensino e da aprendizagem.

Como práticas alternativas para desenvolver os conceitos matemáticos, comecei a introduzir em minha prática docente recursos que até então eram pouco utilizados. Assim, *Blogs*, *webquest*, exercícios com a utilização do *Google Doc's*, planilhas eletrônicas e exercícios *online*, passaram a fazer parte dos planejamentos com o intuito de construir uma aula mais participativa, onde o aluno assume uma postura investigativa e autônoma. A introdução dessas “ferramentas” melhorou significativamente a participação dos alunos nas aulas, mas ainda mostrou-se frágil no processo de construção, por eles mesmos, de conceitos matemáticos como os que envolvem funções.

Tive, ainda, entre os anos de 2009 e 2012 uma experiência inovadora como professor de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Panambi - RS. A escola foi contemplada através de uma série de critérios com o projeto piloto UCA (Um Computador por Aluno) do Governo Federal. Este projeto, denominado também como PROUCA (Programa Um Computador por Aluno) tem como objetivo ser um projeto educacional utilizando a tecnologia e a inclusão digital. A escola recebeu 535 *laptops*, um para cada aluno e professor, infraestrutura para acesso à internet e capacitação de gestores e professores no uso da tecnologia.

[...] o PROUCA tem por objetivo promover a inclusão digital pedagógica e o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem de alunos e professores das escolas públicas brasileiras, mediante a utilização de computadores portáteis denominados *laptops* educacionais. (BRASIL, 2013).

A escola em questão vinha acumulando ao longo dos anos índices insatisfatórios de aproveitamento em praticamente todas as áreas do conhecimento. Aderir a um projeto até então inovador e que traria para dentro das suas salas de

---

<sup>1</sup>Linguagem de programação computacional desenvolvida com a intenção de que crianças programassem, ou seja, criassem programas a partir de listas de procedimentos que executassem movimentos e desenhassem figuras na tela do computador através de um objeto abstrato, a tartaruga, chamado por Papert de “objeto-de-pensar-com”.



aula as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), acompanhadas ainda de uma formação pedagógica cujo enfoque era a aprendizagem através da interação aluno-computador, passou a ser uma alternativa e uma oportunidade ímpar para realizar um trabalho diferenciado.

O projeto UCA, durante o processo de formação dos professores, abordou alguns itens, tais como: a apropriação tecnológica (sistemas operacionais, ferramentas educacionais, navegadores e ferramentas de busca); a *web 2.0* (*blogs* e práticas pedagógicas utilizando a *web*); formação na escola – professor (experiências pedagógicas, planejamento com a utilização das TIC e socializações); a implementação dos *laptops* educacionais e elaboração de projetos. Os encontros dessa formação aconteciam à noite e aos sábados pela manhã. Para o grupo de professores, o projeto UCA trouxe uma proposta diferente e desafiadora no processo da aprendizagem, pois além de mostrar diferentes abordagens das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino dos conteúdos da educação básica, aproximou o computador e o professor, minimizando o “medo” e a desconfiança que o grupo tinha do computador como recurso pedagógico.

Durante o processo da formação pedagógica e implementação do projeto UCA, a escola teve como principal parceiro o LEC<sup>2</sup> - Laboratório de Estudos Cognitivos do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Além do LEC, a Secretaria de Educação do Município de Panambi - RS e o Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) de Ijuí- RS tiveram importante participação nesta formação.

Um dos aplicativos que acompanha o *laptop* do Projeto UCA é o *software* de programação Scratch. Após analisá-lo e estudá-lo, percebi nele, um recurso poderoso capaz de contribuir, no processo de ensino e aprendizagem, através da produção de programação pelos alunos. Com ele, cem alunos do 5º ao 9º ano aderiram voluntariamente a um projeto que desenvolvi no contra turno com o objetivo de conhecer e explorar este aplicativo. Devido ao grande número de alunos interessados em participar deste projeto e pelo espaço físico destinado pela escola, optou-se por dividi-los em quatro grupos: dois grupos de 25 alunos pertencentes aos

---

<sup>2</sup>O LEC é um centro de pesquisa que, desde 1979, vem investigando os processos cognitivos dos estudantes em situações de aprendizagem que fazem uso de interações com o computador. Com base no referencial da Epistemologia Genética de Jean Piaget, busca alternativas educacionais que concorram para a superação das dificuldades dos alunos nos seus processos de construção de conhecimento. Disponível em: [http://www.lec.ufrgs.br/index.php/P%C3%A1gina\\_principal](http://www.lec.ufrgs.br/index.php/P%C3%A1gina_principal).

6º e 7º anos do Ensino Fundamental e outros dois grupos de 25 alunos pertencentes aos 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. Os encontros aconteciam uma vez na semana e teve duração de oito meses. Um dos objetivos deste projeto era apresentar aos alunos uma proposta diferente para as várias áreas do conhecimento, que proporcionasse a eles “construir” e/ou reproduzir, através de programações no Scratch, cenários próprios que envolvessem os conteúdos das disciplinas de matemática, física, ciências, educação física, língua portuguesa, filosofia, entre outras.

O projeto então passou a ser uma extensão ou um complemento das aulas, pois os alunos passaram a realizar programações cujo foco eram os conteúdos que os professores abordavam nas salas de aula. Assuntos como desmatamento da Amazônia, estados físicos da água, colonização do Brasil, apenas para citar alguns, passaram também a ser produzidos e socializados para a escola toda através de programações no Scratch.

Durante a realização do projeto observou-se, por parte dos alunos, o desenvolvimento do processo de investigação (análise de erros nas programações com o intuito de corrigi-los), do raciocínio lógico e da antecipação de procedimentos (capacidade de prever situações futuras a partir de comandos anteriores), que proporcionam o desenvolvimento da interpretação, análise e resolução de situações problemas e desafios. São essas algumas das características do *software* Scratch que nos conduzem a acreditar que a utilização de uma ferramenta tecnológica pode propiciar situações diferentes das habituais e contribuir no processo de ensino e da aprendizagem da matemática.

Ao assumir em 2013 turmas de primeiras séries do Ensino Médio, agora no município de Santa Maria – RS, vislumbrei pelas potencialidades observadas durante a realização do projeto UCA com o *software* Scratch, a ideia de introduzir recursos tecnológicos e a programação através de um ambiente de autoria multimídia como recurso alternativo na construção de relações funcionais e de conceitos matemáticos de função.

Com o propósito de buscar respostas às indagações aqui explicitadas e sustentar a ideia de lançar um olhar diferente e significativo no processo de ensino e da aprendizagem da matemática, mais especificamente na construção de relações funcionais, através do *software* de programação Scratch, optei como teorias

norteadoras desta pesquisa o Construcionismo de Seymour Papert e a dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud.

A construção de relações funcionais e de conceitos matemáticos por meio de um *software* de programação requer um olhar atento ao papel do computador em sala de aula. O Construcionismo de Seymour Papert dá, nessa dimensão, um dos suportes necessários e precisos sobre as bases dessa pesquisa.

O Construcionismo diz respeito à construção do conhecimento baseada na realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, desenvolvido com o concurso do computador, como prevê a pesquisa na elaboração de objetos de aprendizagem<sup>3</sup> pelos alunos. Na concepção de Papert (1994), o Construcionismo seria uma extensão do Construtivismo. De uma forma sucinta, essa teoria pode ser caracterizada como um modo de aprendizado que pede a construção de algo para que se possa compreender o seu funcionamento. Implica numa interação aluno-objeto, promovida pelo professor e que pode ser organizada através de uma linguagem de programação, como é o caso do Scratch.

A construção de relações funcionais e de conceitos matemáticos utilizando o computador como recurso e um *software* de programação como um meio, proporciona uma rica experiência no processo de apropriação do conhecimento e na formação de habilidades dos alunos. A programação, através da organização simultânea de vários eventos, ordenados de forma independente uns dos outros, proporciona momentos de reflexão, investigação e capacidade de resolução de problemas. Segundo Ponte (1991, apud PINTO, 2010, p. 31) “a construção de programas exige do aluno um esforço suplementar de compreensão dos conceitos, muitas vezes obrigando a encará-los sob novas formas”. Nesta concepção, o aluno é visto como autor no processo da aprendizagem, pois exige dele soluções próprias e pertinentes para ultrapassar barreiras e resolver situações desafiadoras.

Já a proposta de fazer uma pesquisa com o objetivo de “construir” relações funcionais encaixa-se perfeitamente na teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud. Sua teoria envolve a aprendizagem de conceitos matemáticos e também

---

<sup>3</sup>Um objeto de aprendizagem é qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado. Sua principal ideia é “quebrar” o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que provém informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um objeto de aprendizagem, seja essa informação em forma de imagem, uma página HTML, uma animação ou simulação. (RIVED, 2007).

sugere caminhos para a didática da Matemática. Busca organizar o conhecimento em campos conceituais cujos domínios, por parte do sujeito, ocorrem ao longo de um largo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem.

Vergnaud (1993) define campo conceitual como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados entre si. A teoria dos Campos Conceituais busca compreender, além dos processos de conceitualização, as construções das estruturas cognitivas do pensamento.

Para que os alunos possam ter condições de construir conceitos matemáticos, Vergnaud (1993) salienta que é necessário propor-lhes variadas situações, pois um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação, assim como uma situação não é suficiente para a compreensão de um conceito. Além disso, conhecer as dificuldades enfrentadas pelos alunos em situações desafiadoras, as suas possibilidades de representações simbólicas e o que eles trazem como conhecimentos, são fatores fundamentais para o desenvolvimento de uma boa prática. Sendo assim, é necessário que perpassa pelo olhar do professor os conhecimentos trazidos pelos alunos, a realidade que os cerca, dando especial atenção aos recursos tecnológicos cada vez mais presentes no dia a dia deles, para fazer da sua prática ações que atendam a essas demandas.

Atualmente com um mundo globalizado e as pessoas cada vez mais dependentes da tecnologia devido o seu grande avanço nesses últimos vinte anos, principalmente os voltados à tecnologia da informação como celulares, computadores e multimídias, faz-se necessário lançar um olhar diferente sobre os processos de aprendizagem, as práticas didáticas e sobre os currículos escolares. As “salas de aula” precisam acompanhar esta evolução.

As leis que regem o ensino no Brasil contemplam as tecnologias na sala de aula e de certa forma acompanham a realidade atual. A Resolução nº 2, de 30 de janeiro de 2012, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, contempla que o Projeto Político Pedagógico das unidades escolares deve considerar a utilização de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1997) específicos da área da matemática para o Ensino Fundamental indicam, dentre os seus vários objetivos, a capacidade dos alunos saberem utilizar

diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos e resolver situações-problema.

Essas são apenas algumas dentre as várias concepções e olhares que pressupõem uma intencionalidade e um avanço para que as tecnologias sejam inseridas de forma efetiva nos contextos das escolas e passem a fazer parte dos seus currículos, fornecendo um aporte importante para o trabalho do professor no processo da construção de conceitos matemáticos.

As considerações aqui feitas a respeito das minhas experiências em sala de aula, da busca de novas práticas para o ensino de matemática, dos “olhares” sobre os currículos escolares e das inserções das TIC como recursos para a melhoria da aprendizagem remete-nos a seguinte questão: *Como a utilização do software de programação Scratch, através da criação de objetos de aprendizagem, pode contribuir na construção das relações funcionais?*

Através deste problema central e com a intenção de encontrar respostas e/ou alternativas a este e outros questionamentos, propõe-se esta pesquisa pelo Programa de Pós-Graduação em Educação de Matemática e Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria, na linha de pesquisa Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação Matemática.

Esta pesquisa se limita aos estudantes da primeira série do Ensino Médio por ser o momento escolar onde o estudo da função é mais enfatizado e os conceitos abordados por ela fundamentam e dão base para estudos posteriores nas séries seguintes, ratificando a importância do seu estudo.

A metodologia escolhida, com base nos procedimentos técnicos utilizados para a realização da pesquisa é o estudo de caso. Para Ponte (1994) estudo de caso é uma investigação que se assume como particularista, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico podendo para isso, contribuir para a compreensão global do fenômeno de interesse.

Segundo Ponte (1994) este tipo de pesquisa tem um forte teor descritivo e investigar a construção dos conceitos da função pelos alunos através da criação de objetos de aprendizagem por meio do *software* de programação Scratch requer, entre muitas outras ações, compreender os processos envolvidos nessas construções através de descrições sistemáticas e detalhadas.

### 1.3 Organização do texto

A presente pesquisa está organizada, além da introdução, em mais quatro capítulos.

Neste capítulo, de caráter introdutório, apresentei minha experiência inicial como professor da Educação Básica: descrevi sinteticamente minha participação no Projeto UCA (Um Computador por Aluno), incluindo práticas envolvendo Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); escrevi sucintamente sobre as bases teóricas que servirão de apoio à pesquisa; apresentei alguns dados fornecidos por órgãos avaliadores externos como o SAEB e o ENEM sobre o desempenho da educação na etapa do Ensino Médio no Brasil, de forma a justificar minha escolha pelo tema da pesquisa e o uso do computador como recurso.

No capítulo 2, descrevo os principais conceitos para o embasamento teórico da pesquisa baseados nas teorias do Construcionismo de Seymour Papert e dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud, relacionando essas duas teorias ao *software* de programação Scratch. Relato os “porquês” da escolha deste *software* e suas potencialidades no campo da matemática e abordo ainda o conteúdo função nas dimensões didática e cognitiva.

No capítulo 3, priorizo o desenvolvimento metodológico utilizado na pesquisa e a relação desta metodologia com a fundamentação teórica do segundo capítulo. Apresento os delineamentos da pesquisa enquadrando-a em relação aos objetivos e quanto à utilização dos procedimentos técnicos utilizados. Especifico os objetivos da pesquisa, a descrição dos elementos utilizados na investigação, as etapas da pesquisa, a sequência das atividades, a dinâmica empregada na coleta de dados e um breve relato dos sujeitos e do “meio” onde a pesquisa se dá.

O capítulo 4 apresenta a análise dos dados coletados, englobando a descrição dos dados coletados e a interpretação destes, em uma abordagem qualitativa. Neste capítulo também é apresentada a análise das programações dos alunos e o processo de produção dos objetos de aprendizagem, construídos por eles próprios.

Por fim, o capítulo 5 descreve considerações decorrentes da trajetória desta

pesquisa, bem como os resultados e trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As bases teóricas que sustentam esta pesquisa são buscadas junto a teoria do Construcionismo de Seymour Papert e da teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud. Além de trazerem relevantes contribuições no processo do ensino e da aprendizagem na área da matemática, Papert e Vergnaud encontraram em Piaget, uma forte referência para o desenvolvimento das suas teorias.

Enquanto Papert encontra no Construtivismo suporte para conceber o educando como sujeito capaz de construir seu próprio conhecimento, Vergnaud ajuda a entender através da sua teoria, como os educandos constroem os conhecimentos através de conceitos-chaves como: situação, invariante operatória (teorema-em-ação e conceito-em-ação) e esquema, este último, estruturado sob forte influência de Piaget.

As sessões seguintes tratarão dessas duas teorias mais detalhadamente, fazendo sempre uma relação com os objetivos propostos desta pesquisa.

### 2.1 O Construcionismo de Seymour Papert e os ambientes de aprendizagem LOGO e Scratch

O matemático sul africano Seymour Papert é considerado um dos maiores especialistas do mundo sobre como o computador pode proporcionar novas maneiras de aprender. Engajou-se em pesquisas na área da matemática e do uso da tecnologia trazendo relevantes contribuições para o desenvolvimento da aprendizagem. Escreveu vários artigos e livros relacionados ao uso do computador e a educação, dentre eles, destaco *LOGO: computadores e educação* (1988) e *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática* (1994). O primeiro por trazer a linguagem de computação LOGO que se assemelha em vários aspectos com a linguagem de programação Scratch, objeto de estudo desta pesquisa e por apontar possibilidades de mudanças do modelo de educação fazendo uso de computadores. O segundo por tratar da aprendizagem, formação



dos professores além de apresentar ganhos obtidos com o uso do computador no contexto escolar.

Sua trajetória profissional é rica em experiências inovadoras. Trabalhou durante cinco anos no Centro de Epistemologia Genética na Universidade de Genebra, entre os anos de 1958 e 1963. No início da década de 1960, começou a fazer parte do corpo docente do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Lá, Papert ajudou a fundar o Laboratório de Inteligência Artificial (IA) definindo-a em sentido restrito como a “capacidade que as máquinas possuem para desempenharem funções que seriam consideradas inteligentes se desempenhadas por pessoas” (PAPERT, 1988, p. 189).

Em 1967, criou a linguagem de computação LOGO que propõe uma transformação profunda na concepção de ensino e aprendizagem, pois entendia que a tecnologia digital poderia ser um aliado no desenvolvimento intelectual dos alunos. A intenção, ao criar esta linguagem era dar à criança controle sobre a mais poderosa tecnologia disponível em nossos tempos: o computador. Porém, suas ideias sobre o uso da tecnologia na educação passaram a ser incorporadas por algumas escolas somente na década de 80, portanto quase duas décadas depois, após ter lançado o livro: *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* – no qual mostrava caminhos para utilização das máquinas no ensino. Muitos artigos produzidos por jornalistas da época “enfaticavam o uso do computador para jogos, diversão, imposto de renda, correspondência eletrônica, compras e operações bancárias. Poucos falavam sobre o computador como uma máquina de ensinar” (PAPERT, 1988, p.15).

Papert mostra-se realmente um educador inovador e precursor de novas ideias, na medida em que suas concepções sobre a tríade computador-aluno-aprendizagem, mesmo sendo concebidas há um bom tempo, encontram-se ainda atuais e respaldadas pelo expressivo avanço das tecnologias digitais e a sua inserção cada vez mais presente e “solicitada” pela sociedade e pelas escolas.

Papert (1994) faz uma analogia com um provérbio popular africano para definir o Construcionismo: se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. Para Papert (1994) a educação tradicional codifica o que ela pensa que as crianças precisam saber e parte para “alimentá-las” com este “peixe”.

“O Construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 1994, p.125). Além do “saber pescar”, Papert (1994) complementa sua definição dizendo que é necessário ter boas varas de pesca e saber a localização de águas férteis, motivo pelo qual se precisa de computadores e o desenvolvimento de uma série de atividades matematicamente férteis ou “micromundos”. De uma forma mais direta, o Construcionismo é uma abordagem na qual a criança constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento.

Em seu livro *LOGO: computadores e educação* (1988), Papert traz uma experiência da sua infância bastante interessante envolvendo o processo da aprendizagem. Relata que aos dois anos de idade era apaixonado por automóveis, pelos nomes das suas peças e pelos movimentos que poderia executar ao manipular engrenagens e diferenciais. Salaria que seu envolvimento foi tão intenso ao ponto de acreditar que trabalhar com as engrenagens e diferenciais fez mais por seu desenvolvimento do que qualquer outra coisa ensinada na escola primária. A curiosidade e a paixão pela manipulação destes materiais lhe proporcionaram posteriormente a compreensão de conceitos matemáticos, na medida em que conseguia relacionar esses “saberes” à resolução, por exemplo, de equações com duas variáveis. Isso acontecia quando ele estabelecia um modelo mental de engrenagens para a relação entre as variáveis  $x$  e  $y$ , imaginando quantos dentes cada uma delas necessitava. “A equação tornava-se então um ser amigável”. (PAPERT, 1988, p. 12).

Essa aproximação “amigável” dele com a matemática, neste caso específico das equações, diz respeito ao que ele pensa sobre a aprendizagem, ou seja:

[...] qualquer coisa é simples se a pessoas consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos; caso contrário tudo pode ser extremamente difícil. Aqui também eu estava desenvolvendo uma maneira de pensar semelhante à de Piaget. *A compreensão da aprendizagem deve ser genética*. Deve referir-se à gênese do conhecimento. O que um indivíduo pode aprender e como ele aprende isso depende dos modelos que tem disponíveis. Isso impõe, recursivamente, a questão de como ele aprendeu esse modelo. Assim, as “leis da aprendizagem” devem estar em como as estruturas intelectuais se desenvolvem a partir de outras e em como, nesse processo, adquirem as formas lógica e emocional. (PAPERT, 1988, p.13).

As engrenagens para Papert (1988, p. 25) “serviram como um importante aporte, pois o ajudaram a pensar matematicamente”. Isso, segundo ele, se deu pelos seguintes motivos: elas estavam presentes no seu dia a dia; elas faziam parte do mundo adulto, o que o colocava no “meio” deles; relacionava o movimento delas com o movimento do seu próprio corpo, pois os movimentos das engrenagens assemelham-se aos movimentos do corpo e, por fim, pelo fato desses movimentos apresentarem informações matemáticas, possibilitando usá-las para pensar sistemas formais. Esses motivos levaram Papert a definir as engrenagens como “objeto-de-pensar-com”.

Segundo Papert (1988), antes mesmo de frequentarem a escola, as crianças já apresentam uma série de conhecimentos. Chamados por ele de “aprendizagem piagetiana” ou “sem ensino”, esses conhecimentos são adquiridos espontaneamente na convivência da criança com o meio, como por exemplo, aprender a falar, aprender a geometria intuitiva necessária para o seu deslocamento no espaço e aprender a contar. Foi o que aconteceu com Papert e as engrenagens. Durante a convivência com Piaget, Papert subscreve a maneira como Piaget via as crianças no processo da aprendizagem. “Observo nas teorias de Jean Piaget um modelo de crianças que podem ser vistas como construtoras de suas próprias estruturas intelectuais” (PAPERT, 1988, p.19).

Piaget (1996), porém, quando trata dos estágios de desenvolvimento infantil, evidencia mais fortemente a influência do “meio” na fase inicial desse desenvolvimento. Estes “estágios” de desenvolvimento de Piaget são vistos com cautela por Papert. Do seu ponto de vista, o “meio” proporciona um papel bem mais relevante no processo da aprendizagem.

Para Papert (1988, p.20), “as crianças devem ser vistas como construtores e por esse motivo, todo o construtor precisa de materiais para a sua obra e esses materiais são buscados por eles, no mundo que os cercam”. Ainda segundo este teórico, “[...] como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia” (PAPERT, 1988, p.35).

Esse pensamento de Papert sobre a aprendizagem nos remete para situações onde se busca a apropriação de conceitos matemáticos, como por exemplo, os da função. No momento que os alunos perceberem que certos

conceitos se fazem presentes ao trabalhar determinadas situações que fazem parte de seu dia a dia, a interação acontece mais facilmente, pois o que se está estudando e analisando faz parte do seu cotidiano e isso pode tornar a função “mais amigável”.

Aproximá-los e relacionar os conceitos deste assunto com situações práticas, remontando um cenário semelhante ao de Papert com as engrenagens, pode favorecer o entendimento desses conceitos e diminuir dificuldades como as de associar situações do cotidiano com a ideia de função, estabelecer relações entre variáveis, modelar situações-problema e identificar regularidades, ainda mais em meio a uma cultura digital que crianças e também adultos, estão inseridos atualmente.

Esta tese sustentada por Papert baseia-se na seguinte questão: o que as engrenagens não conseguem fazer o computador faz. Papert (1988) vê nos computadores instrumentos flexíveis o bastante para que muitas crianças possam criar para si próprias algo como o que as engrenagens foram para ele.

Nesse sentido, Papert (1988, p.16) propõe uma discussão sobre como os computadores poderiam contribuir para os processos mentais, não apenas como instrumentos, mas principalmente de maneira conceitual, agindo sobre o pensamento das pessoas mesmo quando estas estivessem fisicamente distantes dele. Seu interesse está em questões mais amplas: “como as pessoas pensam e como aprendem a pensar” (PAPERT, 1988, p. 24).

Papert deposita no computador papel essencial para o desenvolvimento da aprendizagem e complementa:

[...] meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que movimentos intelectuais e culturais se auto definem e crescem. Na verdade, o papel que atribuo ao computador é o de um portador de “germes” ou “sementes” culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente. (PAPERT, 1988, p. 23).

Papert (1988, p. 37) vai ainda mais longe quando vislumbra no computador um instrumento para a construção dos processos cognitivos das crianças. Ele acredita que o computador pode nos permitir mudar os limites entre o estágio concreto e o estágio formal, sistematizados por Piaget. Para isso, Papert (1988, p. 36) interessa-se na diferença dos comportamentos entre as “culturas pré-

computadores” e as “culturas com computadores”. Segundo ele, uma criança de sete ou oito anos que pertence a uma “cultura com computadores” poderia facilmente combinar uma família de cores através de uma simples programação, encadeando duas repetições, fixando uma primeira cor e combinando-a com todas as segundas cores possíveis, repetindo esse procedimento até que todas as primeiras cores tenham sido esgotadas.

Esse mesmo pensamento combinatório, segundo Papert (1988, p. 38), seria quase que impossível de ser resolvido por crianças de uma “cultura pré-computadores” antes de chegar ao estágio formal, ou seja, aos onze ou doze anos de idade. Para Papert (1988, p. 38), “[...] alguém habituado com computadores e programação, não existe nada de “formal” ou abstrato nessa tarefa. Para uma criança numa “cultura de computador”, isto seria tão concreto quanto combinar garfos e facas na mesa de jantar. Papert (1988, p. 39) acredita que as crianças possam beneficiar-se da maneira pela qual o computador é capaz de dar forma concreta a áreas do conhecimento que pareciam ser anteriormente intangíveis e abstratas. Assim os fatores culturais podem explicar a diferença na idade em que as crianças constroem seu conhecimento intuitivo de quantidade e de sistematização.

Por essa análise, a distinção (por estágios) que Piaget faz entre o pensamento “concreto”<sup>4</sup> e o pensamento “formal”<sup>5</sup> não é aceita plenamente por Papert. Para ele, em um ambiente rico em computadores, o computador seria o instrumento que poderia levar a um desenvolvimento cognitivo diferente do proposto por Piaget. “Minha suposição é que o computador pode concretizar (e personalizar) o formal” (PAPERT, 1988, p.37).

Foi no MIT, como professor de matemática que Papert começou a ter um contato mais intenso com computadores e suas potencialidades. Em seu livro: *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática* (1994, p.36), ele menciona que passava noites acordado em torno de um computador que o MIT recebera. Papert começou a conjecturar sobre o que poderia ser feito com um computador e também sobre como aproximá-lo das crianças.

---

<sup>4</sup>Pensamento concreto: o raciocínio lógico passa a se sobrepor à percepção e à intuição. Há neste estágio a superação da irreversibilidade que é uma das principais características da capacidade operatória, isto é, das operações. (PIAGET, 1996).

<sup>5</sup> Pensamento formal: presente no último estágio do desenvolvimento cognitivo proposto por Piaget. Nele, o sujeito pode pensar sem a necessidade de recorrer ao real ou a sua representação sendo capaz de levantar hipóteses e fazer previsões a partir de cálculos matemáticos. (PIAGET, 1996).

Eu estava brincando como uma criança e experimentando uma vulcânica explosão de criatividade. Por que o computador não poderia proporcionar a uma criança o mesmo tipo de experiência? Por que uma criança não poderia brincar como eu? O que teríamos que fazer para tornar isso possível? Estas perguntas lançaram-me em uma nova busca orientada pela robinwoodianaidéia de roubar tecnologia dos senhores dos laboratórios e dá-las para as crianças do mundo. Um primeiro passo na busca foi reconhecer que uma das fontes do poder dos tecnólogos era o esotérico véu de mistério tecido ao redor da idéia da programação. (PAPERT, 1994, p. 36).

É notório que a programação de computadores para Papert assume um importante papel no desenvolvimento da sua teoria e na aprendizagem das crianças. Para Papert, “programar significa comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem entender” (PAPERT, 1988, p.18). Ele acredita que as crianças tem uma facilidade natural de aprender línguas e a falar. “Por que então não deveria aprender a falar com um computador?” (PAPERT, 1988, p. 18), indaga ele.

Papert (1988, p. 19) observa na teoria de Piaget, um modelo de crianças que podem ser vistas como construtoras de suas próprias estruturas intelectuais. Na sua perspectiva, a criança é que deve assumir o papel de programador, pois ao fazê-lo, adquire uma postura de controle sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos, o computador e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais.

A construção de relações funcionais através do computador e de linguagens de programação como o LOGO e o Scratch, encontra sustentação nas palavras de Papert, quando ele diz: “Quando a criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. Em particular, o conhecimento é adquirido para um propósito pessoal reconhecível. A criança faz alguma coisa com ele” (PAPERT, 1988, p.37). A proposta de criar objetos de aprendizagem através da linguagem de programação Scratch abordando as relações funcionais está em sintonia com este pensamento de Papert, pois proporciona ao aluno a possibilidade de produzir algo concreto e suscetível de manipulação.

No livro *LOGO: computadores e educação* (1988), Papert se apresenta como um utópico – educador porque acredita que certos usos da tecnologia computacional

podem prover as crianças com novas possibilidades de aprender, pensar e crescer tanto emocional como cognitivamente.

[...] Até mesmo o mais simples trabalho com a Tartaruga pode abrir novas oportunidades para tornar mais acurado nosso ato de pensar sobre o pensar: programar a Tartaruga começa com a reflexão sobre como nós fazemos o que gostaríamos que ela fizesse; assim, ensiná-la a agir ou “pensar” pode levar-nos a refletir sobre as nossas próprias ações ou pensamentos. E à medida que as crianças progredem, passam a programar o computador para tomar decisões mais complexas e acabam engajando-se na reflexão de aspectos mais complexos de seu próprio pensamento. (PAPERT, 1988, p. 45).

No seu programa de pesquisa sobre computadores e educação, desenvolvido no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), Papert (1988) trabalhou para criar ambientes onde crianças pudessem aprender a comunicar-se com computadores. Surgiu então a linguagem de computação LOGO. O ambiente LOGO é definido por Papert (1988) como uma filosofia de educação graças a uma família sempre crescente de linguagens de computação que a acompanha e a complementa. LOGO é uma linguagem interpretativa e por isso pode ser usada de forma interativa. Uma das principais características desta linguagem, segundo ele, são as definições de procedimentos com variáveis locais que permitem a recursão. Assim, em LOGO, é possível definir novos comandos e funções que podem ser usados exatamente como as funções primitivas da linguagem. Papert ainda se refere à linguagem LOGO não como uma linguagem (produto) pronta e definitiva, mas que abre possibilidades para se fazer algo melhor a partir dela.

A base da programação na linguagem LOGO é a tartaruga. Definida como “objeto-de-pensar-com”, assim como as engrenagens foram para Papert, ela desempenha um suporte importante para o pensamento. É através da tartaruga que as crianças elaboram programações e exploram os diversos recursos deste ambiente, aventurando-se em seus *micromundos*. Papert (1988) define *micromundo* como um subconjunto da realidade ou uma realidade construída, cuja estrutura casa com a estrutura cognitiva de maneira a prover um ambiente onde esta pode operar efetivamente.

Na linguagem de programação do *software* Scratch, os “objetos-de-pensar-com” são os personagens e os cenários, como veremos mais adiante.

Um exemplo de programação com a linguagem LOGO pode ser observado na situação que segue. Para a tartaruga formar, por exemplo, um quadrado, as crianças podem elaborar as seguintes sequências de comandos, como mostra a figura 1:

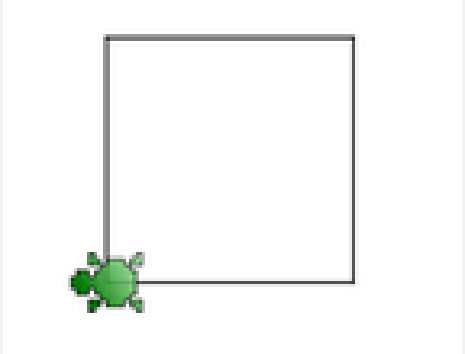
<b>Com programação (recursividade<sup>6</sup>)</b>	<b>Sem programação</b>	<b>Visão na Tela</b>
Aprenda quadrado Repita 4 [ PF 100 pd 90 ] Fim	Apague pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 pf 100 pd 90 Fim	

Figura 1: Programação na linguagem LOGO

Assim como as engrenagens serviram de “objeto-de-pensar-com” para Papert entender as equações, a tartaruga é o “objeto-de-pensar-com” da linguagem LOGO. Segundo Papert (1988, p.77), ela, “além de poder ser relacionada ao cotidiano das pessoas, não é estática, é dinâmica e apresenta uma importante propriedade: tem orientação”. O computador, através deste objeto-de-pensar-com, passa a ser um potencializador de ideias (*micromundos*) que podem fazer com que as crianças adquiram uma nova forma de relação com o conhecimento.

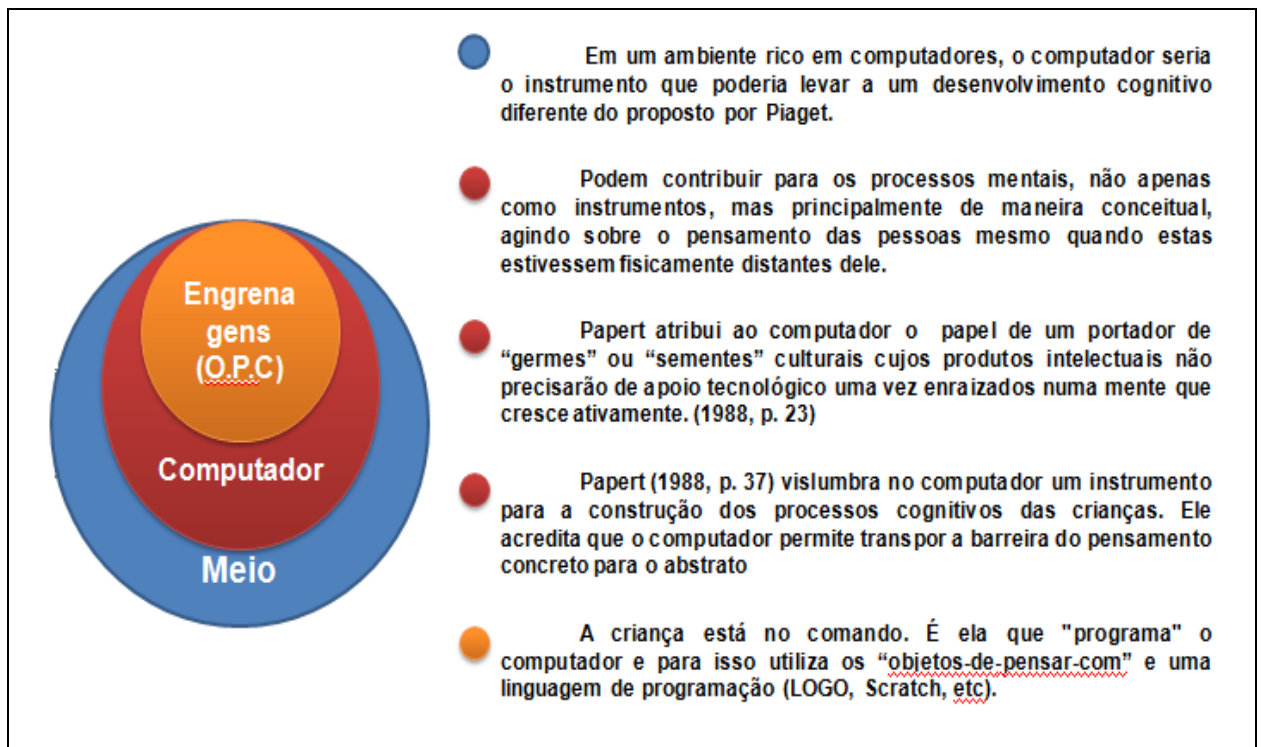
A construção de relações funcionais, através de uma linguagem de programação provida de “objeto-de-pensar-com” (tartaruga no LOGO e personagens ou cenários no Scratch) com as características descritas acima, proporciona a construção de programações que possibilita, entre outras ações, a criação de

<sup>6</sup>Subrotina (função ou método) que pode invocar a si mesma.



variáveis, construção de tabelas e de retas (gráficos) através de instruções (comandos) que definem trajetórias lineares e ângulos (declividades).

O quadro 1 sintetiza a relação existente entre o “meio”, o computador e o processo de programar através dos objetos-de-pensar-com em consonância com a teoria de Papert.



Quadro 1: A relação entre o “meio”, o computador e os objetos-de-pensar-com.

## 2.2 O software de programação Scratch

O Scratch, objeto de estudo desta pesquisa, também é uma linguagem de programação e tem suas bases no LOGO. Apesar de ter uma sintaxe diferente, possui várias características em comum, como por exemplo, a recursividade.

O Scratch é um ambiente produzido, a exemplo do LOGO, pelo *Lifelong Kindergarten Group do Massachusetts Institute of Technology/MIT Media Lab*, em colaboração com o grupo de Alan Kay da UCLA (Universidade da Califórnia). O Scratch ajuda os jovens a aprender a pensar de maneira criativa, refletir de maneira

sistemática e trabalhar de forma colaborativa, habilidades essenciais para a vida no século 21.

O termo Scratch provém da técnica de *scratching* utilizada pelos Disco-Jockeys do Hip-Hop, que giram os discos de vinil com as suas mãos para frente e para trás de modo a fazer misturas musicais de forma original. Com o Scratch é possível fazer algo de semelhante, misturando diferentes tipos de *clips* de *media* (gráficos, fotos, músicas, sons) de forma criativa. Foi construído visando desenvolver habilidades de programação para jovens em centros comunitários, nos Estados Unidos.

Através do *software* de programação Scratch é possível trabalhar os seguintes conceitos específicos de programação: seqüência, iteração, condição, variáveis, execução paralela, sincronia, interação em tempo real, lógica booleana, números randômicos, tratamento de evento e criação de interfaces. A figura 2 mostra o *layout* da interface do *software* Scratch.

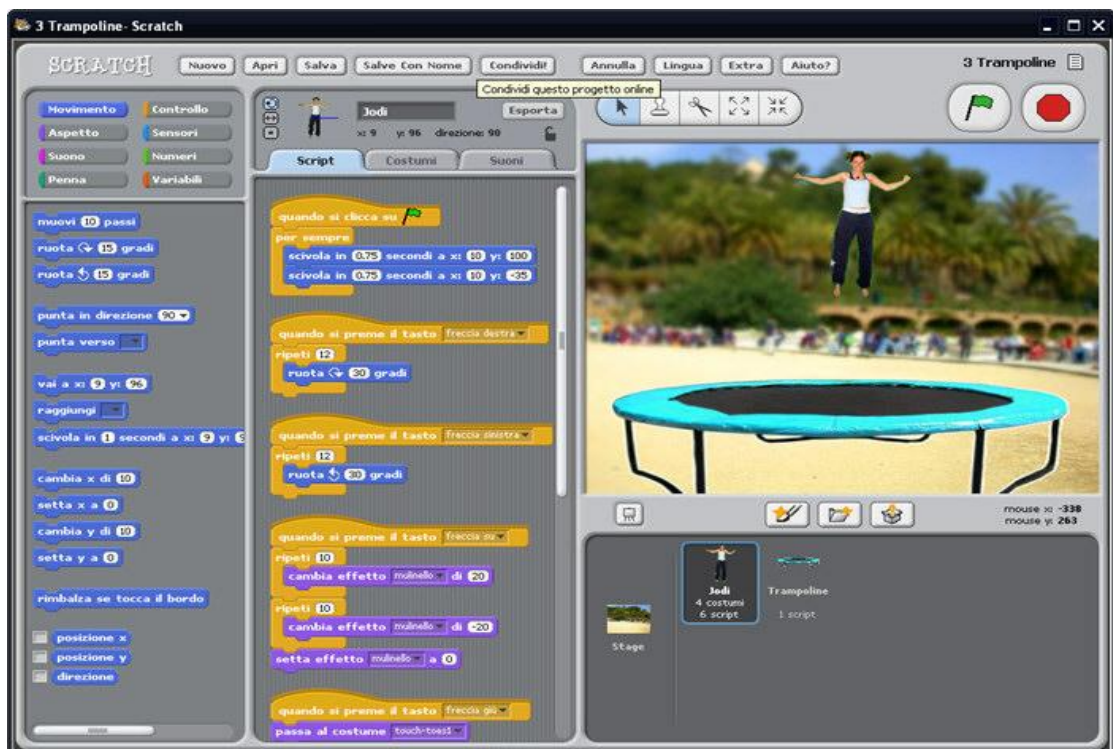


Figura 2: *Layout* do *software* de programação Scratch

Fonte: <http://scratch.mit.edu>

Além dos conceitos de programações descritos acima, o *software* de

programação Scratch proporciona através de seus comandos “variáveis”, “operadores”, “sensores” e “controle” recursos para o estudo e desenvolvimento de conceitos matemáticos em várias áreas como a geometria, o cálculo algébrico/aritmético, o estudo de funções, entre outros.

Pode-se ainda elencar como potencialidades do *software*, o desenvolvimento da criatividade, a manipulação de mídia, construções de programas que coordenam simultaneamente animações, textos, músicas, sons e gráficos, além de permitir o compartilhamento de suas produções no sítio próprio da *web*.

Este *software* possui uma sintaxe mais intuitiva que a linguagem LOGO e as outras linguagens de programação (como Pascal, Python, Fortran, Cobol e C++), seus blocos de comandos são visíveis e possuem maior diversidade de comandos prontos, representados por blocos, os quais facilitam a produção de histórias multimídias interativas ou qualquer outro tipo de programação. A figura 3 mostra a praticidade da linguagem Scratch quando comparada a outras duas linguagens de programação.

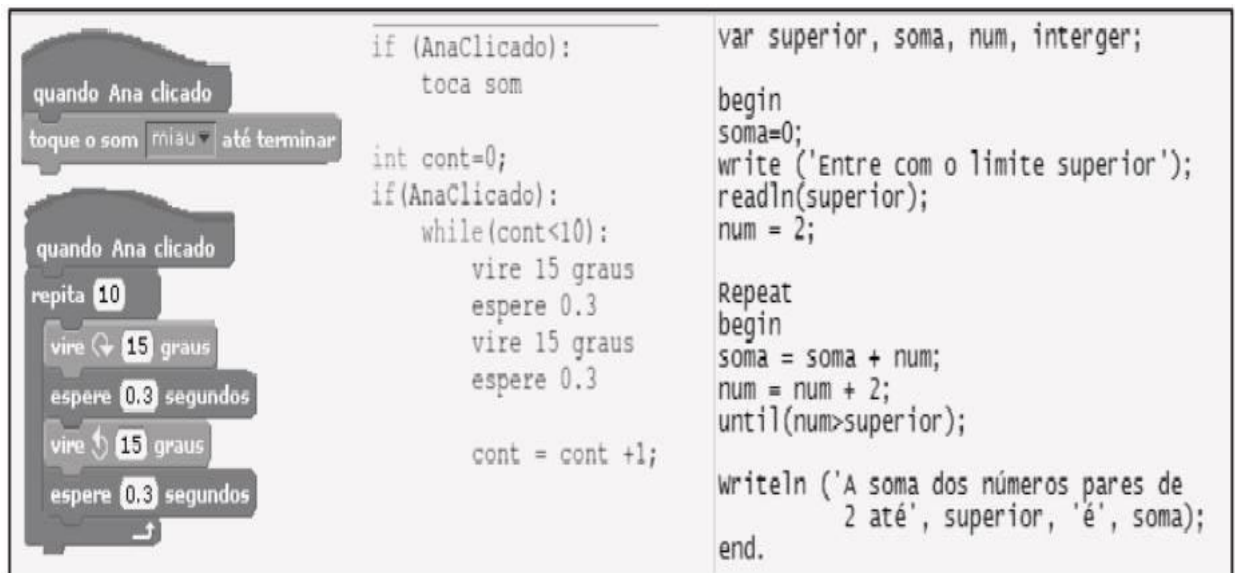


Figura 3: Apresentação de comando de repetição das linguagens Scratch (esquerda), Python (centro) e Pascal (direita)  
Fonte: SCAICO (2013, p. 96).

O Scratch permite a programação através do arrastamento de blocos de

construção (*buildingblocks*) que formam pilhas ordenadas (*stacks*), como se pode perceber nas figuras 4 e 5.

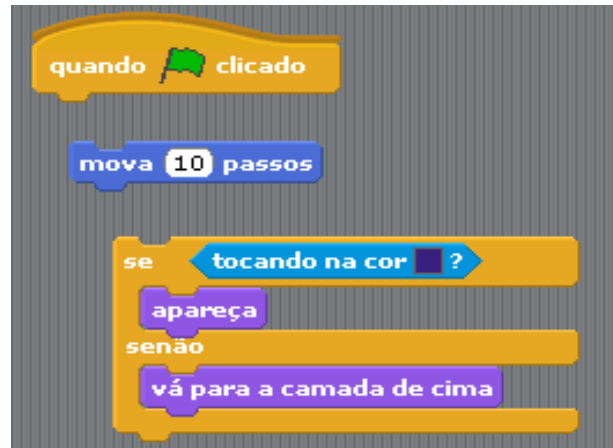


Figura 4: Comandos (blocos) ainda não encaixados, apenas arrastados para a área de programação



Figura 5: Comandos (blocos) encaixados formando “pilhas ordenadas”

Uma das características desta tecnologia é não cometer erros de sintaxe, já que não é necessário digitar o comando, pois o mesmo vem em forma de blocos em que basta arrastá-los. Do mesmo modo, os blocos são concebidos para serem encaixados; assim, não possibilitando encaixes com erros. Isso, porém não impede

que aconteçam erros por parte dos alunos durante os processos das programações, pois, “quando se aprende a programar um computador dificilmente se acerta na primeira tentativa” (PAPERT, 1988, p.39). Para Papert (1988), os erros são benéficos porque levam os alunos a estudarem o que aconteceu, a interpretar o que deu errado, e, através do entendimento, corrigi-los.

No Scratch, as sequências dos comandos e as instruções podem ser modificadas mesmo com o programa em andamento, permitindo assim, a criação/experimentação de uma nova ideia, sem precisar recomeçar do início a programação.

O *software* de programação Scratch assemelha-se muito a linguagem LOGO. Exemplo dessa semelhança pode-se perceber na figura 6 quando a recursividade, por exemplo, é utilizada na construção de um quadrado.



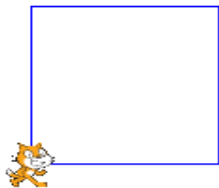
LOGO	SCRATCH
<p style="text-align: center;"><b>Programação</b></p> <p>Aprenda quadrado</p> <p>Abaixe a caneta</p> <p>Repita 4 [ pf 100 pd 90 ]</p> <p>Fim</p> <p style="text-align: center;"><b>Visualização</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Programação</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Visualização</b></p> 

Figura 6: Comparativo entre as linguagens de programação LOGO e Scratch na construção de um quadrado

Nesta construção é necessário repetir quatro vezes a sequência: mova 100 passos (Scratch) ou PF 100 (LOGO) e vire 90 graus (Scratch) ou pd 90 (LOGO). Tanto na linguagem LOGO como na linguagem Scratch, para a construção de uma figura geométrica como o quadrado, é necessário que a criança organize de forma lógica o seu pensamento e saiba o que está fazendo. É ela que está no controle e que ensina o computador.

Na tentativa de “ensinar” a tartaruga (LOGO) ou o Gato (Scratch) a desenhar o quadrado, a criança acaba descrevendo, passo a passo, intuitivamente ou não, as propriedades desta figura geométrica. A criança vai organizando esta descrição no processo de fazer. Nesta situação prática, ela coloca em ação seus “saberes” acerca da figura geométrica quadrado e, por meio da interação com o computador, pode constatar, refletir e modificar seu pensamento na ação. Dessa forma, a criança explora conceitos como: noções espaciais, sequências, ângulos e geometria. Para Papert (1988), a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando, ou seja, quando ele assume o papel de “construtor” das suas próprias ideias.

A linguagem de programação Scratch, pela sua sintaxe simples (arrastamento e encaixe de blocos) e pela diversidade de “objeto-de-pensar-com” (em torno de quinhentos personagens e 400 cenários, divididos por vários temas), pode contribuir de forma profícua no desenvolvimento da aprendizagem enquanto ferramenta educacional. Ela permite desenvolver uma descrição (através das sequências lógicas dos comandos de programação) do processo utilizado pela criança para resolver uma tarefa, possibilitando a reflexão sobre este processo. A construção de objetos de aprendizagem com a intenção de desenvolver as relações funcionais baseia-se neste processo, ou seja, refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído.

Os personagens que o Scratch carrega consigo (como o Gato) são dotados de orientação, são dinâmicos e assumem mais de uma forma. Enquanto a linguagem LOGO tem na tartaruga seu único “objeto-de-pensar-com”, no Scratch há vários deles para a criança interagir e executar suas programações com a possibilidade ainda de editar os já existentes, criar novos objetos ou importá-los do seu próprio computador ou *web* a partir da necessidade da programação e imaginação do aluno.

A construção de objetos de aprendizagem envolvendo os conceitos matemáticos através do *software* de programação Scratch, encontra na teoria de Papert um “ambiente poderoso” para o desenvolvimento da aprendizagem, pois prevê uma intenção para o objeto com o qual o aluno está envolvido. O Scratch é um ambiente muito parecido com o que Papert previu quando criou o LOGO. Este ambiente possibilita descrever passo a passo a construção do objeto e oportuniza ao aluno refletir sobre os seus possíveis acertos e/ou erros, permitindo a (re)organização do seu pensamento, favorecendo assim uma participação mais ativa do aluno nesse processo.

O *software* Scratch foi disponibilizado em maio de 2007 para *download* em [www.scratch.mit.edu](http://www.scratch.mit.edu). Ambos, o *website* e o *software*, possuem versões em português.

### 2.2.1 O *software* de programação Scratch: intervenções na área da matemática

Constata-se atualmente o crescente interesse de instituições superiores de ensino (públicas e privadas) nas áreas das tecnologias educacionais e especificamente em programação como possibilidade para auxiliar no processo da construção do conhecimento.

A UNIJUÍ - Universidade de Ijuí - RS, por exemplo, através do Laboratório Virtual de Matemática Unijuí e Fábrica Virtual-Unijuí, produz objetos de aprendizagem para o Laboratório Virtual de Matemática<sup>7</sup> da UNIJUÍ e produzia para o RIVED-Rede Interativa Virtual de Educação utilizando para isso a programação no Excel e a plataforma Flash. A UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do LEC (Laboratório de Estudos Cognitivos), coordena o Projeto UCA (Um Computador por Aluno) do Governo Federal em várias escolas do país, utilizando as linguagens de programação Scratch e Squeak Etoys nos *laptops* que são distribuídos aos alunos.

Existem também programas de Pós-Graduação na área da educação com linhas de pesquisa voltadas para o uso da tecnologia. A UFSM – Universidade

---

<sup>7</sup>Fonte: [http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica\\_virtual/](http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/)

Federal de Santa Maria contempla, através do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, a linha de pesquisa voltada à Tecnologia de Informação e Comunicação na Educação Matemática. A UPF – Universidade de Passo Fundo tem no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, a linha de pesquisa intitulada: Tecnologias de Informação, Comunicação e Interação Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática. Já o Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul tem todas as linhas de pesquisa focadas no ensino e na aprendizagem com o uso da tecnologia. A PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul oferece, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, a linha de pesquisa: Tecnologias em Educação em Ciências e Matemática.

Os ambientes de autoria e programação, como o Scratch, ganham, através desses programas e/ou projetos espaço especial no meio acadêmico, pois aparecem em trabalhos da área de Informática na Educação, Ensino de Matemática, Informática, entre outros, com uma frequência cada vez maior.

Para representar esse avanço e também formas de exploração deste *software*, alguns trabalhos são apresentados na sequência. Apesar de o Scratch ter sido disponibilizado recentemente pelo MIT para o público em geral (2007), já existem produções que o relacionam com o estudo da matemática.

A tese de doutorado em Educação Matemática de Rodrigo Dalla Vechia (2012), da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Geociência e Ciências Exatas, – UNESP, *Campus* de Rio Claro é intitulada “A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético”. O trabalho investiga a Modelagem Matemática com o mundo cibernético, este entendido na pesquisa como qualquer ambiente produzido com as tecnologias digitais. O estudo, desenvolvido sob uma perspectiva qualitativa, é resultado não somente do entrelaçamento teórico, como também dos dados produzidos no decorrer da pesquisa, os quais provieram da construção de jogos eletrônicos feitos por oito estudantes do curso de graduação em Licenciatura Matemática. O principal *software* utilizado nas construções dos jogos eletrônicos foi o Scratch.

Esta tese foi organizada em dois momentos diferentes e complementares para o seu desenvolvimento. O primeiro consistiu na construção de um curso



envolvendo a construção de jogos eletrônicos envolvendo principalmente o Scratch. Esta etapa tinha por objetivo principal a familiarização dos alunos de licenciatura com os programas Scratch e Studio 3Ds Max que foram apresentados aos alunos para a construção dos jogos eletrônicos e contou com um total de dezesseis horas.

Já o segundo momento, também de dezesseis horas, consistiu na construção de uma perspectiva de Modelagem Matemática que pudesse abranger a realidade do mundo cibernético através da construção de jogos eletrônicos. Quatro jogos, todos na linguagem Scratch, foram produzidos. Um jogo foi construído na forma de um “quiz” matemático. Outro tratou de um deslocamento de um objeto em um espaço gráfico (ruas e avenidas de um mapa). O terceiro jogo abordou uma corrida com obstáculos e por fim, o quarto jogo tipo trilha, envolveu perguntas matemáticas relacionadas à aritmética básica. O conjunto de dados provenientes das falas, interações entre pessoas, interações com o *software*, gestos, formas de utilização das mídias envolvidas, constituem o acervo de dados na busca de respostas à questão norteadora do trabalho: como se mostra a Modelagem Matemática na realidade do mundo cibernético, sob o ponto de vista da educação matemática no contexto que se refere à construção de jogos eletrônicos? No âmbito da Educação Matemática, a Modelagem Matemática foi concebida nesta pesquisa como um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade.

Entre as várias conclusões da pesquisa, destaco: a ação de descrição/expressão (processo de descrever os procedimentos e estratégias oralmente e que está presente nos processos de construção dos jogos eletrônicos) na apropriação de conceitos matemáticos; a linguagem Scratch possui aspectos explícitos matemáticos (posicionamento espacial dentro de um referencial cartesiano); o Scratch se aproxima de um lado da linguagem natural falada e de outro possui uma base matemática como suporte; a ação de depuração (quando o resultado fornecido pelo computador não corresponde à solução ou à ação pretendida, sendo necessário que o estudante avalie os comandos feitos) além de ser efetivada no processo de construção de jogos, leva o aluno a buscar informações que lhe faltam e reflexões sobre os erros cometidos.

A Dissertação de Mestrado de António Sorte Pinto (2010) intitulada: “Scratch

na Aprendizagem da Matemática no 1º ciclo do Ensino Básico: Estudo de Caso na Resolução de Problemas”, da Universidade do Minho – Portugal (Instituto de Educação), da Área de Especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação, traz um estudo de caso realizado com uma turma de 25 alunos do 4º ano de escolaridade. Esta pesquisa destinou-se a estudar como o Scratch pode contribuir no ensino da Matemática, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento das competências “capacidade de resolução de problemas”, “cálculo mental” e “capacidade de comunicar matematicamente”.

A organização das atividades foi feita em fases. Primeira fase: resolução de problemas sem recurso; segunda fase: iniciação ao Scratch (atividades com auxílio de guião); terceira fase: intervenção com recurso Scratch. Os dados foram coletados através de registros de áudio e vídeo, observações diretas, notas de campo, entrevistas, questionários, diários, cartas e análise de documentação.

Como resultados da pesquisa, destacam-se: em algumas situações apresentadas aos alunos, recorrendo ao Scratch, chegou-se mais facilmente no resultado do que na resolução do mesmo problema sem recursos; a representação que o Scratch proporciona pode ajudar na compreensão de problemas; o Scratch, ao permitir representar um cenário próximo do real, pode contribuir para o aumento da compreensão dos dados do problema; o Scratch pode, também, estimular o gosto pela matemática, o seu aspecto gráfico e as suas funcionalidades são aprazíveis e isso pode ajudar na resolução de problemas; o uso do Scratch, ao permitir representar e simular as situações problemáticas colocadas pode contribuir para que os alunos se apropriem, de forma significativa, de uma linguagem abstrata e muitas vezes, distante das suas intuições cotidianas.

Amilton Rodrigo de Quadros Martins da Universidade de Passo Fundo – UPF, escreveu a dissertação de mestrado “Usando o Scratch para Potencializar o Pensamento Criativo em Crianças do Ensino Fundamental” no Programa de Pós-Graduação em Educação (2012). A pesquisa foi realizada com seis estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, divididos em três duplas, cujo critério foi o rendimento escolar dos mesmos. Uma dupla foi composta por dois estudantes com bom desempenho escolar em matemática e notado gosto pela disciplina. Outra dupla composta por dois alunos com mau desempenho escolar em matemática e notadamente pouco gosto pela disciplina e a terceira dupla formada

por dois estudantes, um com bom desempenho em matemática e outro com mau desempenho nessa disciplina. A coleta de dados se deu através de gravações de áudio e vídeo e anotações por escrito.

A pesquisa objetivou elucidar o potencial de uso de ambientes de programação de computadores no desenvolvimento do pensamento criativo em estudantes do 6º ano do ensino fundamental. É uma pesquisa qualitativa/experimental realizada por meio de quatro oficinas com objetivos específicos para cada uma delas: instrumentar (apresentar aos estudantes a ferramenta estudo da pesquisa e mobilizar e sensibilizar os estudantes, criando a motivação intrínseca para a execução das demais oficinas); potencializar (apresentar aos estudantes um desafio, através da programação, de mover objetos no plano cartesiano com o controle do teclado do computador); experimentar (dar continuidade a oficina anterior, porém, acrescentando sons em certos eventos) e criar (produção de um jogo).

Dentre os vários resultados da pesquisa, constatou-se que o Scratch permite a abstração da complexa lógica da computação gráfica e do desenvolvimento de jogos, oferecendo uma ferramenta de simples compreensão, com uma ótima relação entre produtividade e conhecimento técnico, com aprendizagem rápida por utilizar um modelo intuitivo de manipulação de objetos. O formato usado para as oficinas, com a divisão em etapas com crescente exigência técnica, favoreceu a aplicação dos conceitos do Experimentalismo (aprendizagem pela experimentação) e do Construcionismo, servindo muito bem ao seu propósito. A liberdade oferecida aos estudantes na última etapa, após terem construídos todos os saberes básicos necessários, foi fundamental como experimento de uso de criatividade.

A professora Maria Tereza Pinheiro Martinho Marques, da Universidade de Lisboa, defendeu sua dissertação de mestrado cujo título é “Recuperar o engenho a partir da necessidade, com recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação Scratch em contexto formal de aprendizagem” na Área de Especialização de Tecnologias Educativas, no ano de 2009. A pesquisa destinou-se a investigar a utilização de ferramentas de aprendizagens recentes (Scratch) na concepção de ambientes de aprendizagens estimulantes e motivadores onde o aluno tenha papel ativo. A pesquisa objetivou observar, descrever e analisar o contributo do Scratch, em contexto escolar, na recuperação da necessidade

criadora de agir, na promoção da motivação para desenvolver o engenho (identificação, formulação e resolução de problemas), e na abordagem flexível do currículo de matemática. O caminho metodológico se deu pela forma de uma investigação-ação centrada numa turma de 21 alunos do 5º ano de escolaridade de uma escola pública na disciplina de Matemática em relação com outras áreas. A recolha e produções de dados aconteceram através de um plano de métodos mistos (qualitativo e quantitativo), predominantemente qualitativo (ficha biográfica; resultado de avaliações; questionários; observação; entrevista; materiais produzidos).

Dentre vários resultados e conclusões, a pesquisa traz que o Scratch parece ter sido um meio potencializador e capaz de gerar motivação para além da presença dos professores e pares (em períodos onde a distância e a ausência não foram grandes, o mesmo não se verificando em períodos longos de afastamento, como as férias). Ainda segundo a pesquisa, não é possível concluir que o Scratch (ou outro fator particular, desligado do contexto global de trabalho), esteve na origem direta dos aparentes melhores resultados da turma na prova acadêmica aplicada a todos os alunos do 5º ano, ou da melhor relação com a atividade de resolução de problemas e melhorias das concepções sobre a disciplina e maior investimento em casa em tarefas relacionadas com a escola (suportadas na utilização do Scratch).

Segundo a autora, o trabalho desenvolvido com o Scratch envolveu aspectos que podem ter contribuído para uma melhoria da percepção pelos alunos sobre o seu desempenho, o que pode ter trazido melhorias reais nesse desempenho e acrescenta que o Scratch parece oferecer um contexto rico para pensar, criar, desenvolver a fluência tecnológica e o trabalho cooperativo.

Para sistematizar este estudo sobre as diferentes pesquisas usando o Scratch, o quadro 2 apresenta esses quatro trabalhos analisados de forma resumida, elencando a pesquisa desenvolvida e o embasamento teórico que a sustenta.

Trabalho/Autor	O problema	Conteúdos/Conceitos trabalhados	Fundamentação teórica
A Modelagem Matemática e a Realidade do Mundo Cibernético -  Rodrigo Dalla Vecchia	Como se mostra a Modelagem Matemática na realidade do mundo cibernético, sob o ponto de vista da educação matemática no contexto que se refere à construção de jogos eletrônicos?	Álgebra Geometria Plano Cartesiano	Construcionismo (Seymour Papert)
Scratch na Aprendizagem da Matemática no 1º ciclo do Ensino Básico: Estudo de Caso na Resolução de Problemas-  António Sorte Pinto	Como pode o Scratch contribuir para que alunos do 4º ano do 1º CEB aprendam matemática, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento das competências fixadas nos documentos oficiais do Ministério da Educação: capacidade e resolução de problemas, cálculo mental, capacidade e comunicar matematicamente?	Adição Subtração Multiplicação	Epistemologia Genética (Jean Piaget),  Construcionismo (Seymour Papert).
Scratch para Potencializar o Pensamento Criativo em Crianças do Ensino Fundamental-  Amilton Rodrigo de Quadros Martins	De que forma, a utilização de ambientes de programação de computadores para crianças pode desenvolver e potencializar o pensamento criativo dos estudantes do Ensino Fundamental?	Plano Cartesiano Geometria	Construtivismo (Jean Piaget),  Construcionismo (Seymour Papert)  Pragmatismo (John Dewey).
Recuperar o engenho a partir da necessidade, com recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação Scratch em contexto formal de aprendizagem-  Maria Tereza Pinheiro Martinho Marques	Como combinar formas de agir e recursos tecnológicos, nomeadamente as tecnologias da informação e comunicação, para recuperar a necessidade de aprender (motivação intrínseca) e caminhar no sentido de uma formação mais exigente em contexto formal de aprendizagem?	-	Construcionismo, Construtivismo, Zona de Desenvolvimento Proximal, Aprendizagem Situada, Resolução de Problemas, Motivação.  Baseados em:  Papert, Piaget, Dewey, Vygotsky, Brune, Wertsch, Perkins, Pólya

Quadro 2: Síntese dos trabalhos académicos analisados envolvendo o uso do *software* Scratch

### 2.3 A teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud

Gerard Vergnaud é formado em psicologia pela Universidade de Genebra. Compôs o segundo conjunto de pesquisadores doutorados por Jean Piaget e foi um dos fundadores da Escola Francesa de Didática da Matemática. Mundialmente conhecido no campo do ensino da matemática, sua maior contribuição na área da educação foi a elaboração da teoria dos Campos Conceituais que trata de uma teoria psicológica do conceito, ou melhor, da conceitualização do real, que permite estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos, do ponto de vista de seu conteúdo conceitual (VERGNAUD, 1993, p. 1). Vergnaud explica sua teoria na análise de palavras-chaves como: esquemas de pensamento, situações, procedimentos, invariantes operatórias, conceitos-em-ação, teoremas-em-ação, além de outras, que descrevem e explicam o seu pensamento em relação à construção de conceitos e o ensino da matemática.

No capítulo anterior, ao escrever sobre a teoria do Construcionismo de Seymour Papert, projetou-se a ideia de que antes mesmo de frequentarem a escola, as crianças já apresentam uma série de conhecimentos, mesmo sem saber expressá-los. Chamados por Papert de “aprendizagem piagetiana” ou “sem ensino”, esses conhecimentos são adquiridos espontaneamente na convivência da criança com o “meio”, como por exemplo, aprender a falar, aprender a geometria intuitiva necessária para o seu deslocamento no espaço e aprender a contar.

Moreira (2002) quando se refere ao conhecimento, classifica-o em “implícito” e “explícito”. Para ele, conhecimentos “implícitos”, são aqueles onde os alunos não são capazes de explicá-los ou mesmo expressá-los em linguagem natural, ou seja, ficam totalmente imersos na ação, ao contrário dos conhecimentos “explícitos” ou “científicos”, que podem ser comunicados a outros e discutido, pois os alunos são capazes de explicá-los e expressá-los, além de serem cientificamente aceitos.

Magina (2005), por sua vez, também faz referência sobre esses dois tipos de conhecimentos. Para ela, o conhecimento é “explícito” quando os alunos podem expressá-lo de forma simbólica (linguagem natural, esquemas e diagramas, sentenças formais, etc.). Já o conhecimento “implícito” é observado quando os

alunos podem usá-lo na sua ação, escolhendo para isso operações adequadas, sem, contudo, conseguirem expressar as razões dessa adequação.

Essa mesma ideia de “interação social” onde conhecimentos são adquiridos espontaneamente na convivência da criança com o “meio”, definida anteriormente por Papert como “piagetiana” e explicados nas palavras de Moreira (2002) e Magina (2005), encontra respaldo agora na teoria de Vergnaud. A teoria dos Campos Conceituais retoma e aprofunda tanto os estudos de Vygotski sobre as relações entre pensamento e linguagem (interações sociais), quanto também alguns conceitos piagetianos, como o de esquema. Para Vergnaud (2008), a teoria dos Campos Conceituais investiga as relações que existem entre os conceitos do cotidiano (presentes no “meio”) e os conceitos científicos nas situações de aprendizagens.

Magina (2005), em seu trabalho intitulado: *“A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente”* salienta ainda que os conhecimentos dos alunos vão se desenvolvendo ao longo de uma trajetória de vida, através de experiências vinculadas a várias situações, dentro ou fora dos ambientes escolares, acumulando certo repertório de conhecimentos. Em decorrência disso, o que se observa, geralmente quando o aluno é confrontado com novas situações, é o fato de eles usarem esses conhecimentos que são desenvolvidos através de experiências em situações anteriores, para tentarem adaptá-los a estas novas situações. Segundo ainda a autora, a aquisição do conhecimento se dá, quase sempre, por meio de situações e problemas com as quais o aluno tem alguma familiaridade.

Uma das definições tomadas por Vergnaud e que é muito importante para o entendimento da sua teoria é a definição de conceito e campo conceitual. Estas definições abrem caminho para uma análise mais detalhada da sua teoria relacionando-a aqui, com a construção das relações funcionais, parte integrante dos conceitos da função.

### 2.3.1 Conceito e Campos Conceituais

“Um conceito não pode ser reduzido à sua definição, principalmente se nos interessarmos por sua aprendizagem e seu ensino. É através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança.” (VERGNAUD, 1993, p.1). Grossi (2001) comunga das ideias de Vergnaud quando salienta que “os conceitos que nós, humanos, usamos estão embebidos em situações de vida” (GROSSI, 2001, p. 15). Ainda para a autora, “os conceitos só adquirem sentido em *situações* ou *conjunto de situações*, sendo mobilizados no cotidiano para dar conta dos desafios da vida” (GROSSI, 2001, p. 17). Com base nestas ideias, é possível afirmar que a construção de objetos de aprendizagem, através da programação com o uso do *software* Scratch, é uma maneira de apresentar situações e propor problemas a resolver e, conseqüentemente, de permitir que os conceitos façam sentido para os alunos.

Evidencia-se aqui a importância de aproximar os conhecimentos científicos (torná-los “mais amigáveis”, nas palavras de Papert) às situações encontradas no “meio” onde o aluno está inserido para, por exemplo, entender conceitos da função, mais especificamente, os referentes às relações funcionais.

Vergnaud (1993) define conceito como uma trinca:

$$\text{Conceito} = ( S, I, R )$$

Sendo:

S: Conjunto de 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 que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante).

Sendo assim, esses três itens sinalizam, respectivamente, para:

1) um vasto repertório de situações que dá significado ao objeto (conceito) em questão. Isso implica em organizar várias atividades em que este conceito faça sentido para o aluno;



- 2) um conjunto de invariantes que trata das propriedades e procedimentos necessários para definir este objeto (conceito). Isso implica em esquemas que busquem soluções para o que está se propondo estudar e compreender;
- 3) um conjunto de representações simbólicas, as quais permitem relacionar o significado desse objeto (conceito) com as suas propriedades. Isso implica em formas de representação do conceito (verbal, gráfica, algébrica, etc.).

Para analisar o desenvolvimento de um conceito seja durante o processo da aprendizagem ou quando de sua utilização, é necessário considerar ao mesmo tempo esses três itens formalizados por Vergnaud. Portanto, cabe ao professor planejar e propor situações (aulas, atividades, tarefas) para que os seus alunos possam alcançar essas três dimensões.

Essas concepções de Vergnaud em relação ao que ele pensa sobre conceito nos remete a um aspecto muito importante da sua teoria definido como conjunto de situações, ou seja, situações que requerem uma adição, uma multiplicação, uma escrita e/ou uma leitura. Segundo Grossi (2001), “os conceitos só adquirem sentido em situações ou conjuntos de situações. São elas que vão construindo a referência do conceito.” (GROSSI, 2001, p. 16). Para Vergnaud, (1993, p. 12), os processos cognitivos e as respostas do aluno, são função das situações com que ele se confronta. Sendo assim, Vergnaud (1993) define campo conceitual como “um conjunto de situações” (VERGNAUD, 1993, p. 9), cujo domínio progressivo exige uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas, em estreita conexão.

Vergnaud procura esclarecer esta definição trazendo exemplos no campo conceitual das estruturas aditivas e multiplicativas. Ao explorar e definir o campo conceitual das estruturas multiplicativas, Vergnaud (1993) descreve ser, ao mesmo tempo, um conjunto das situações cujo tratamento implica em uma ou em várias multiplicações ou divisões, e o conjunto de conceitos e teoremas que possibilitam analisar estas situações: proporção simples e proporção múltipla, função linear e n-linear, razão escalar direta e inversa, quociente e produto de dimensões, combinação linear e aplicação linear, fração, razão, número racional, múltiplo e divisor.

Analogamente, ao propor aos alunos a construção de um objeto de aprendizagem através de uma programação envolvendo o *software* Scratch e que

envolva um conceito matemático como, por exemplo, par ordenado, está se propondo uma situação ou conjunto de situações que exigirão do aluno o processo de construir conceitos (explícitos ou implícitos) para poder realizar tal tarefa e dar sentido ao conceito que se busca. Isso implica, por parte do aluno, lançar mão de uma gama de outros conceitos e teoremas que se correlacionem como par ordenado (número positivo, número negativo, deslocamento horizontal, deslocamento vertical, distância, etc.), além de utilizar as representações simbólicas e procedimentos inerentes ao *software*.

Os termos “procedimentos” e “representações simbólicas” utilizados por Vergnaud na definição de campo conceitual e “conhecimentos explícitos” descritos por Moreira (2002) e Magina (2005) estão bastantes presentes na linguagem de programação Scratch através de seus vários comandos, como mostra a figura 7:

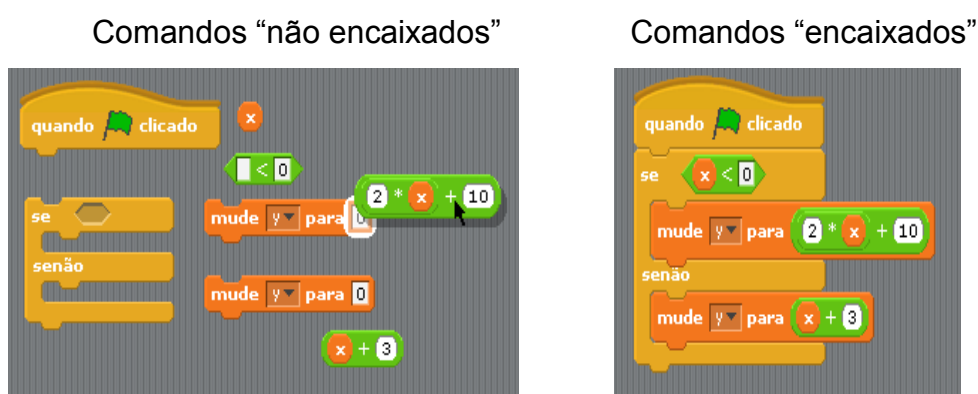


Figura 7: Representação dos comandos do Scratch em duas situações distintas: “não encaixados” e “encaixados”

Na primeira situação mesmo os comandos não estando encaixados uns nos outros, representam certo sentido ou ideia, mas de forma restrita, pois são interpretados isoladamente. Já na outra situação onde os comandos estão encaixados por meio de uma programação, percebe-se uma clara intenção de expressar uma ideia (sentido) matemática mais ampla e lógica quando comparada com a primeira situação. “O sentido para um sujeito é o conjunto dos esquemas que ele pode acionar para tratar de situações com que venha confrontar-se.”

(VERGNAUD, 1993, p. 18). Sendo assim, esta situação só terá sentido para um sujeito em ação.

Uma das dimensões para a sistematização de um conceito como vimos, é a representação simbólica que permite relacionar o significado desse objeto (conceito) com as suas propriedades. Isso implica em formas de representação do conceito, que entre as já citadas (verbal, gráfica, algébrica), pode-se acrescentar a programação, que através da organização, pelos alunos, dos blocos de comandos, são capazes de expressarem suas ideias, pensamentos (esquemas) em uma dada situação.

Discutindo a definição de campo conceitual e trazendo as ideias de Moreira (2002, apud VERGNAUD, 1983a, p. 393), observam-se três argumentos para contribuir com esta definição:

- 1) um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação;
- 2) uma situação não se analisa com um só conceito;
- 3) a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou de todos os aspectos de uma situação é um processo de muito fôlego que se estende ao longo dos anos, às vezes uma dezena de anos, com analogias e mal-entendidos entre situações, concepções, procedimentos e significantes.

Estas colocações reforçam a ideia de que para construir conceitos como o da função requer a utilização de um vasto repertório de situações, pois um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação.

Segundo Vergnaud (1993), não se pode teorizar sobre a aprendizagem da matemática partindo apenas de simbolismos e situações. Deve-se considerar o sentido das situações e dos símbolos. Por isso, é fundamental considerar a ação do sujeito em situação e a organização de seu comportamento. Daí a importância que Vergnaud atribui ao conceito de esquema. Além disso, a definição de esquema é importante neste momento também para complementar a ideia de situação e para explicar alguns termos como conceito-em-ação e teorema-em-ação (invariantes operatórias), citados anteriormente.

### 2.3.2 Esquema

“Esquema é uma totalidade dinâmica organizada da ação do sujeito para uma classe de situação específica. É uma função temporalizada de argumentos que permite gerar diferentes sequências de ações e tomadas de informações.” (VERGNAUD, 1993, p.6). Vergnaud (1993) ainda define esquema como a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações dadas. Nesse sentido, ele acena com dois tipos de classes de situações em que se pode investigar a função adaptativa do conhecimento e suas formas na ação do sujeito:

- 1) Classes de situações em que o sujeito “dispõe”, no seu repertório, em dado momento de seu desenvolvimento e sob certas circunstâncias, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação;
- 2) Classes de situações em que o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, a tentativas frustradas, levando-o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso.

Na classe onde o aluno “dispõe” das competências necessárias ao tratamento de certa situação, o comportamento tende a ser automatizado, ou seja, aqui se aplica mais facilmente o conceito de esquema. Como exemplo para essa classe de situação, apresento uma atividade hipotética (construção de um retângulo) para ser aplicada com alunos de Ensino Médio:

*ATIVIDADE: CONSTRUÇÃO DO RETÂNGULO. Construa um retângulo de dimensões 200 x 100. Para isso, utilize os comandos do software Scratch de maneira que o personagem GATO construa o retângulo tendo um dos vértices a origem do plano cartesiano*

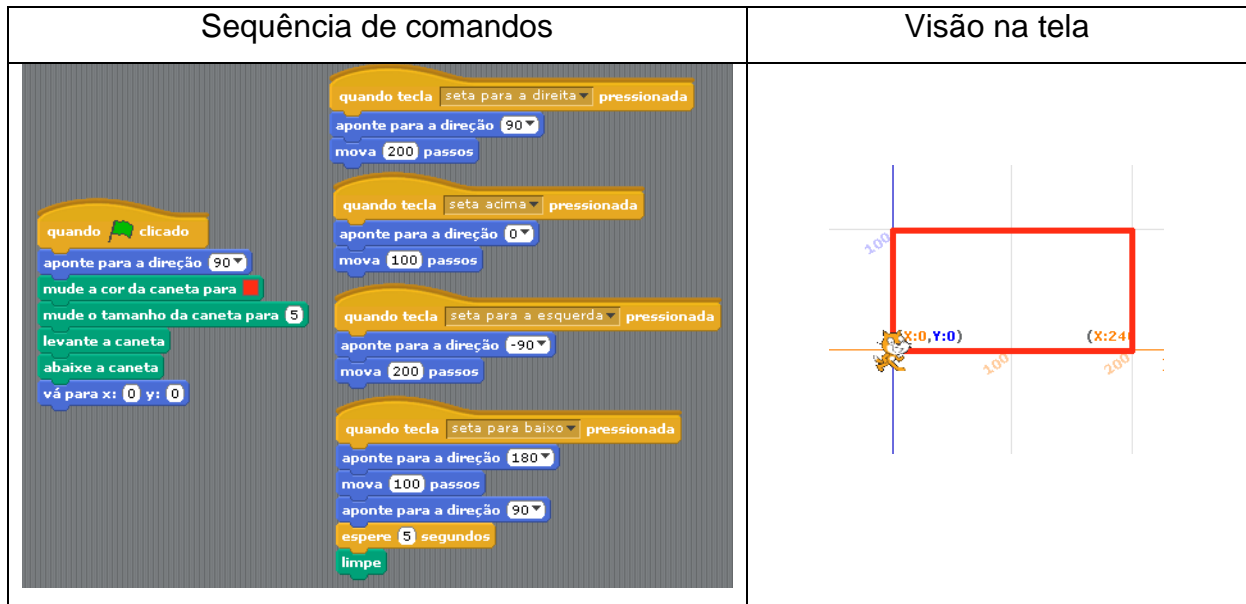


Figura 8: Construção de um retângulo com os comandos do *software* Scratch

A situação proposta para esta atividade, não ofereceria grande dificuldade, pois alunos de Ensino Médio já dispõem, supostamente, de certas competências como: determinar direção e sentido; localizar-se no espaço; definir números positivos e números negativos, etc. Isso os levaria a realizarem quase que imediatamente a tarefa, utilizando-se dos repertórios de conhecimentos construídos anteriormente. Pressupõe-se que esse esquema bem sucedido baseia-se no conhecimento (explícito e/ou implícito) que o aluno traz consigo, das relações que faz entre o “seu” movimentar-se (para direita, para esquerda, para cima, para frente, para trás, etc.) e as características do problema a resolver.

Já na classe onde os alunos “não dispõem” das competências necessárias ao tratamento de certa situação, há um processo que passa por descobertas, em que os comportamentos não são automatizados, podendo haver a utilização de vários esquemas. Isso pode levar ao não cumprimento da tarefa, ou ao contrário, após várias tentativas, pode-se eventualmente resolver a situação. Essa classe de situação pode ser observada através de outro hipotético exemplo que segue:

*ATIVIDADE: QUADRANTE CERTO. Utilizando o software Scratch, construa uma programação interativa que leve o personagem ao 1º quadrante do plano cartesiano, após a digitação das coordenadas “x” e “y”.*

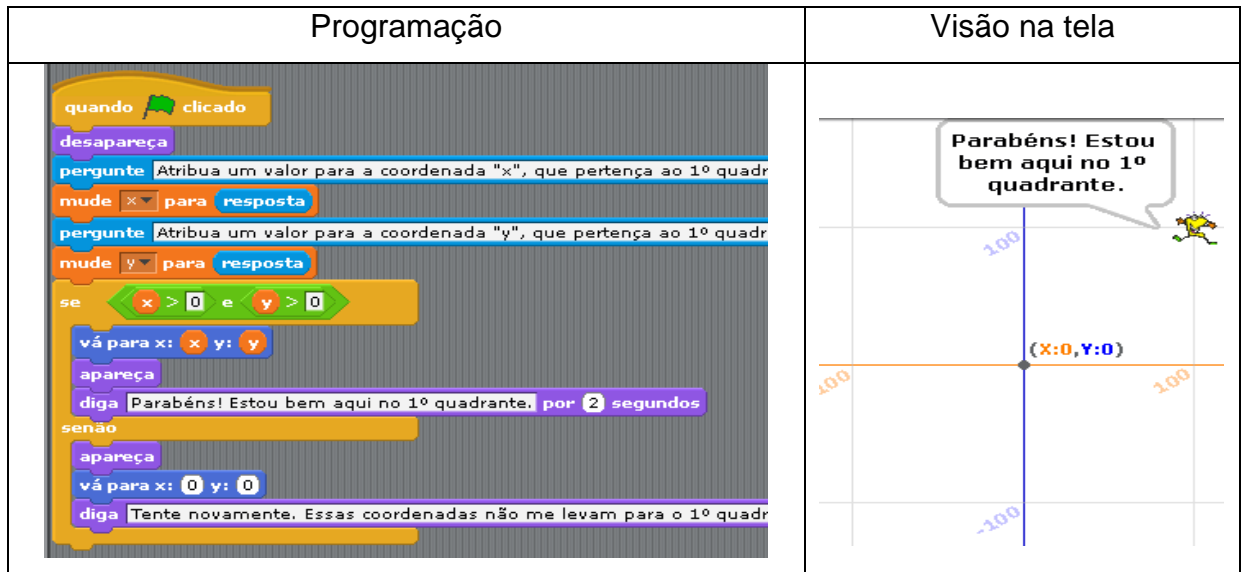


Figura 9: Programação que leva o personagem (objeto) ao primeiro quadrante do plano cartesiano

Essa tarefa dificilmente seria realizada por alunos que não dominassem certos conceitos. O sucesso nesta atividade passaria pelo domínio de certas competências, como por exemplo: orientação no plano cartesiano, localização de par ordenado e definição de forma generalizada das seguintes condições:

- 1º quadrante:  $x > 0$  e  $y > 0$ ;
- 2º quadrante:  $x < 0$  e  $y > 0$ ;
- 3º quadrante:  $x < 0$  e  $y < 0$ ;
- 4º quadrante:  $x > 0$  e  $y < 0$ .

. Ações (comandos) como os da figura 10 (se incorporados na programação), mesmo tendo “x” e “y” como coordenadas que levassem o personagem ao 1º quadrante, levaria ao insucesso da atividade no momento em que o usuário digitasse quaisquer outros números positivos, diferentes destes, pois o personagem só iria “aparecer” no primeiro quadrante se digitados para x e y os valores que estão nos comandos, como mostra a figura 10.



Figura 10: Exemplos de comandos do Scratch (com coordenadas fixas) que levam o personagem ao 1º quadrante.

A programação alcançaria maior êxito (deslocar o personagem para o 1º quadrante sem pré-fixar valores para  $x$  e  $y$ ) se os alunos utilizassem o comando, como mostra a figura 11, para “generalizar” e contemplar quaisquer valores positivos digitados para as coordenadas “ $x$ ” e “ $y$ ”.



Figura 11: Um comando do Scratch

As atividades “*construção do retângulo*” (figura 8) e “*quadrante certo*” (figura 9) mostradas anteriormente expressam como os alunos podem organizar seu pensamento (esquemas) ao se depararem com certas situações e exemplificam as classes de situações propostas por Vergnaud.

Magina (2005), ao falar sobre os acertos e os erros, sugere que o professor busque entender quais foram os meios utilizados pelo aluno para realizar a tarefa solicitada, tendo em vista que o aluno pode utilizar vários e diferentes caminhos para produzir uma resposta correta. Já em relação aos erros, ela enfatiza a necessidade de analisá-los, pois somente esta análise permitirá que o professor conheça as dificuldades enfrentadas pelos alunos e os meios para remediar esta situação.

Para Vergnaud (1993), o funcionamento cognitivo do aluno ou de um grupo de alunos em uma situação dada, baseia-se no repertório dos esquemas disponíveis, formados anteriormente. Segundo ele é nos esquemas que se devem buscar os conhecimentos-em-ação do aluno, ou seja, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do aluno seja operatória.

O funcionalismo cognitivo do sujeito em situação depende do estado de seus conhecimentos, implícitos e explícitos. Deve-se, pois, dar grande atenção ao desenvolvimento cognitivo, as suas continuidades, rupturas, passagens forçadas, à complexidade relativa das classes de problemas, procedimentos e representações simbólicas, à análise de erros principais e dos principais insucessos. (VERGNAUD, 1993, p.25).

Desta forma, é oportuno frisar como Vergnaud (1993, p. 17) define um bom desempenho didático. Para ele, as ações do professor devem basear-se no conhecimento da dificuldade relativa das tarefas cognitivas, dos obstáculos enfrentados, do repertório de procedimentos disponíveis e das representações possíveis.

No processo da construção de relações funcionais com a utilização do *software* Scratch, por exemplo, as duas classes de situações geralmente estarão presentes e isso implica em organizar várias atividades em que o(s) conceito(s) estudado(s) faça(m) sentido para o aluno. Para Vergnaud (2008), uma situação, um objeto, um enunciado ou uma palavra tem sentido para um aluno, na medida em que este consegue evocar um ou vários esquemas de pensamentos.

Para Vergnaud (2008) “a didática utiliza muito a ideia de desestabilização, pois as crianças não aprendem se não forem desestabilizadas por novas situações”. (VERGNAUD, 2008, p. 15). Piaget (1999) chama esse processo de adaptação que se dá através da assimilação e acomodação<sup>8</sup>.

A ideia de desestabilização pode ser exemplificada através da ATIVIDADE da “Construção do retângulo” (figura 8) que serviu de exemplo para definir uma classe de situações em que sujeitos dispõem de certas competências ao enfrentar uma situação. Como os alunos agiriam se fossem desafiados a construir a mesma figura, porém sem o comando “aponte para a direção”? Pressupõe-se que iriam à busca de novos esquemas para resolver a nova situação. Se o meio não apresenta

---

<sup>8</sup>Assimilação (PIAGET, 1996): é o processo cognitivo de colocar (classificar) novos eventos em esquemas existentes. É a incorporação de elementos do meio externo (objeto, acontecimento, etc.) a um esquema ou estrutura do sujeito. Em outras palavras, é o processo pelo qual o indivíduo cognitivamente capta o ambiente e o organiza possibilitando, assim, a ampliação de seus esquemas. Na assimilação o indivíduo usa as estruturas que já possui. Já a acomodação, segundo ainda Piaget (1996), é a modificação de um esquema ou de uma estrutura em função das particularidades do objeto a ser assimilado. Após ter havido a acomodação, a criança tenta novamente encaixar o estímulo no esquema e aí ocorre a assimilação. Por isso, a acomodação não é determinada pelo objeto e sim pela atividade do sujeito sobre este, para tentar assimilá-lo. O balanço entre assimilação e acomodação é o que Piaget chama de adaptação.



problemas/dificuldades, a atividade da mente é, apenas, de assimilação, porém, diante deles, ela se reestrutura (acomodação) e se desenvolve.

Vergnaud é fiel ao pensamento de Piaget (1996) quando este sustenta a ideia de que a construção do conhecimento ocorre quando acontecem ações físicas ou mentais sobre objetos que, provocando o desequilíbrio, resultam em assimilação (quando o meio não apresenta dificuldades e desafios) ou acomodação e assimilação (quando há desafios e dificuldades) dessas ações e, assim em construção de esquemas ou conhecimentos.

Retomando a ideia de esquema, Vergnaud (1993) o definiu ainda como uma totalidade organizada que permite gerar uma classe de comportamentos diferentes em função das características particulares de cada situação da classe a que se destina. Para ele, isso só é possível porque o esquema abrange:

1) Invariantes operatórias (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação): são os conhecimentos contidos no esquema e que dirigem o reconhecimento, por parte do aluno, dos elementos referentes à situação. Para Moreira (2002), teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real e conceito-em-ação é um objeto, um predicado, ou uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante (Daremos exemplos desses conceitos no capítulo 2).

As invariantes operatórias dão a base necessária para o aluno fazer deduções, aplicar regras de ação adequadas, realizar conclusões. Os conceitos-em-ação, no caso desta pesquisa, são as conclusões a que o aluno pode chegar sem mesmo realizar uma programação. Por exemplo, partindo do pressuposto de que o aluno já construiu uma programação que levasse um personagem “aparecer” no primeiro quadrante, utilizando-se para isso o comando “ $x > 0$  e  $y > 0$ ”, ele não precisa, necessariamente, realizar outra programação para perceber que qualquer objeto, para “aparecer” no quarto quadrante de um plano cartesiano, precisaria ter a condição “ $x > 0$  e  $y < 0$ ” como parte de sua programação. A figura 12 mostra os comandos desta questão.



Figura 12: Blocos de comando da linguagem Scratch.

2) Metas a atingir e antecipações: esquema de pensamento para uma determinada situação em que o aluno pode descobrir uma possível finalidade da sua atividade. A expressão “antecipação” é muito exigida quando se realiza uma programação ou se pretende construir um objeto de aprendizagem. O uso de certos comandos como: “vire tantos graus”, “vá para”, “espere até”, apenas para exemplificar, estão intimamente ligados a uma antecipação do movimento que eles podem gerar e da importância desse movimento para atingir a meta que se quer buscar. A figura 13 mostra esses comandos.



Figura 13: Blocos de comando da linguagem Scratch.

3) Regras de ação do tipo “se...então...”: permitem gerar as sequências das ações do aluno. São regras de busca de informação e controle dos resultados da ação. No Scratch, os alunos podem criar estas condições e “alimentar” seus esquemas através de comandos que possibilitam essas ações, como, por exemplo, para fazer com que um personagem ou objeto “deslize em 1 segundo para as coordenadas x e y”, se  $y = 2x + 10$ , como mostra a figura 14:

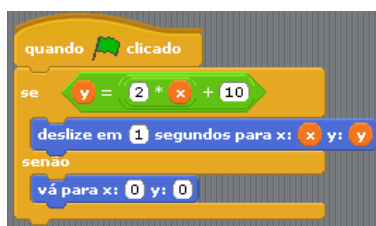


Figura 14: Blocos de comandos de busca de informação e controle dos resultados da ação na linguagem de programação do Scratch

4) Inferências: raciocínios que permitem calcular as regras e as antecipações a partir das informações e dos sistemas de invariantes operatórias que o aluno dispõe. No caso da situação anterior, a inferência a ser realizada é a diferença (comparação) entre os “resultados” obtidos com a função  $y = 2x + 10$  e outra qualquer, como por exemplo,  $y = 2x$ , na mesma programação, quando atribuídos valores quaisquer para a variável “x”.

Dessa forma, pode-se dizer que um esquema, através das suas partes integrantes (invariantes operatórias, conhecimentos-em-ação, regras de ações e inferências) é um planejamento, uma estratégia que envolve uma classe de ações, numa certa sequência, para resolver uma tarefa de certa complexidade, ou seja, os esquemas organizam o comportamento do aluno para uma classe de situação dada.

A teoria dos Campos Conceituais tem na conceitualização sua fundamental proposta para o desenvolvimento cognitivo. Sendo assim, deve-se dar uma especial atenção aos esquemas e à análise conceitual das situações nas quais os alunos desenvolvem seus esquemas, seja na escola ou fora dela. Igual importância ganha o papel do professor e a sua abordagem didática neste processo de exploração de situações para o desenvolvimento de conceitos, principalmente aqueles em que os alunos não tem muita experiência. Acredita-se que a utilização do *software* de programação Scratch, através da construção de objetos de aprendizagem envolvendo as relações funcionais, seja uma maneira, um caminho para desenvolvê-las.

A figura 15 apresenta um mapa conceitual referente a alguns aspectos fundamentais da teoria de Vergnaud.

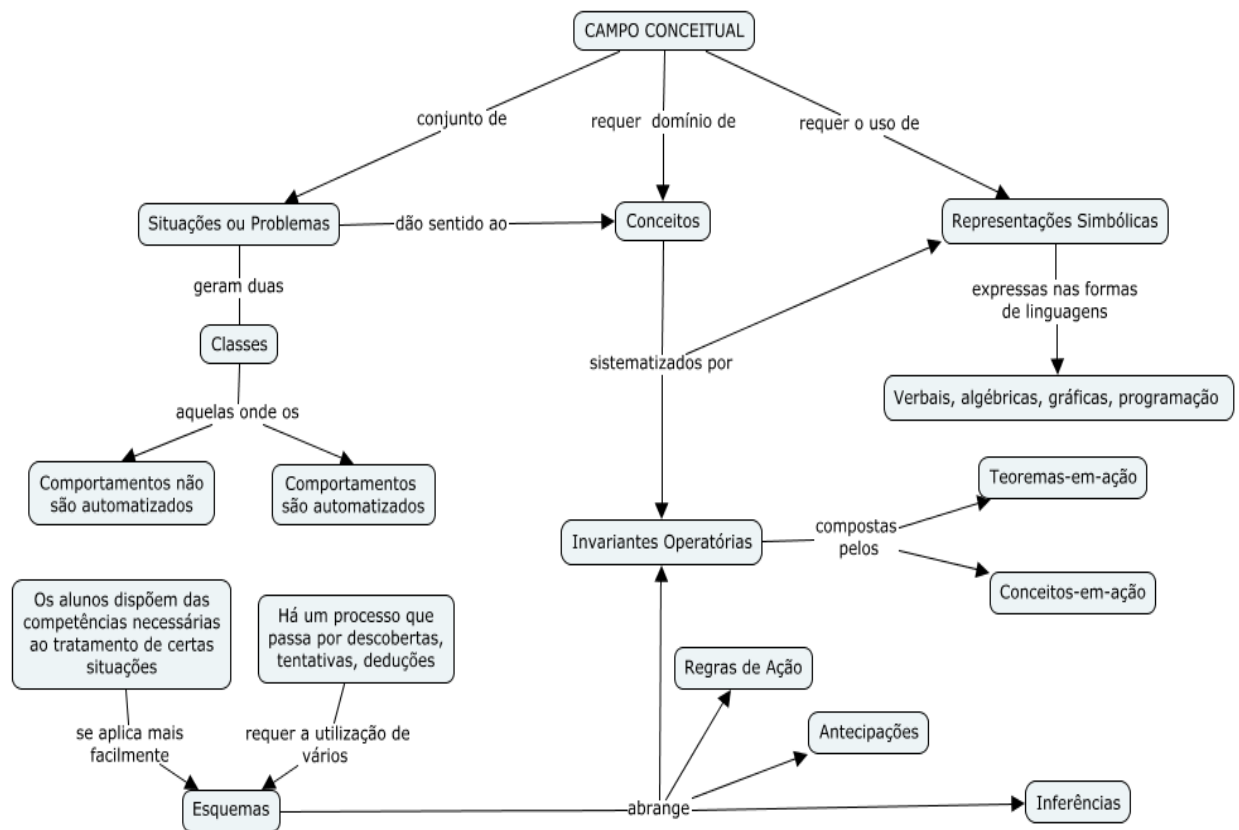


Figura 15: Mapa Conceitual da teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Com este mapa conceitual pretende-se destacar os conceitos-chave da teoria de Vergnaud e as inter-relações entre os seus vários conceitos com o objetivo de auxiliar na compreensão das suas ideias.

## 2.4 Funções: a dimensão didática

Ações como abastecer um automóvel em um posto de combustível, pagar uma fatura mensal de luz ou de água, estimar o tempo de uma viagem, compreender o cenário econômico ou político brasileiro através de interpretações de gráficos, são exemplos de situações em que há a relação direta entre duas grandezas, que fazem parte do dia a dia das pessoas e que podem ser exploradas dentro da matemática através do assunto funções.

Grandezas são abordadas pelos currículos das escolas desde as séries iniciais do ensino fundamental, porém sem explorar a ideia de interdependência entre elas. No sexto ano, por exemplo, na abordagem de área e perímetro de figuras planas, as atividades em sala de aula se restringem apenas ao fato de somar, multiplicar e/ou dividir um número pelo outro, priorizando as contas. Para o retângulo, por exemplo, o aluno é levado a calcular a área através da multiplicação das medidas correspondentes à “base” e à “altura” ( $b \times h$ ) e o perímetro como a adição de todos os seus lados ( $2.(b + h)$ ). Omite-se assim a oportunidade de explorar a ideia de função na relação que pode se estabelecer entre duas grandezas ao priorizar as contas e não outros conceitos que podem estar por trás delas, como por exemplo, a relação existente entre a área máxima de um retângulo em função das medidas dos seus lados, considerando um perímetro fixo. Como é no sexto ano, não se está pensando em determinar uma função quadrática e encontrar as coordenadas do vértice que resolve o problema proposto. E sim, pode-se construir uma tabela de valores, pedindo aos alunos que observem o comportamento dos dados e façam suas inferências.

Este olhar desconexo não está presente apenas no sexto ano do ensino fundamental no estudo das áreas das figuras planas, e sim em várias situações onde não se explora ou reconhece a interdependência entre determinadas variáveis, independente do conteúdo que se está envolvido e a série e/ou etapa da educação básica que o aluno esteja inserido. Por exemplo, nas séries iniciais, situações de interdependência relacionadas a grandezas que variam de forma linear são diversas: o preço a pagar em função da quantidade de pães (se cada pão tiver a mesma massa); a nota da prova em função do número de acertos (se cada questão tiver a mesma pontuação), etc. Nestas situações tem-se a oportunidade de explorar a função (e a proporcionalidade) de uma forma mais intuitiva.

Seguindo esta linha de pensamento, o PCN +Ensino Médio (2002), em seu documento, apresenta um olhar para a educação que seja diferente daquele cuja proposta é transmitir conhecimentos disciplinares padronizados na forma de informações e procedimentos estanques e isolados. Segundo o que consta nele, agora se deseja promover competências gerais, que articulem conhecimentos, sejam estes disciplinares ou não. Essas competências dependem da compreensão de processos e do desenvolvimento de linguagens, a cargo das disciplinas que, por

sua vez, devem ser tratadas como campos dinâmicos de conhecimento e de interesses, e não como listas de saberes oficiais. (BRASIL, 2002, p. 11). Por isso:

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação. (BRASIL, 2002, p. 111).

Analisando esta citação, observa-se que está em consonância com a teoria dos Campos Conceituais, pois os conceitos se inter-relacionam a outros, de forma que a trinca (situações, invariantes e representações) está presente na contribuição que o PCN+ dá à matemática.

Com relação a aprender matemática de forma contextualizada, a ideia de função poderia ser trabalhada no sexto ano quando o assunto “medidas de volume” fosse abordado. Poderia propor aos alunos que construíssem uma tabela que relacionasse o comprimento da aresta de um cubo e o volume do sólido para verificar possíveis relações.

No oitavo ano, ao estudar a matemática financeira utilizando a fórmula dos juros simples ( $J = c.i.t$ ) e do montante ( $M = j + c$ ), os alunos poderiam compreender a relação de interdependência entre as variáveis “ $J$ ” e “ $t$ ” ou “ $M$ ” e “ $t$ ” e uma possível representação gráfica destes eventos, podendo ainda estabelecer uma estreita conexão com outro assunto da matemática: a proporcionalidade. Para melhor exemplificar essa ideia, tomemos a seguinte situação:

*Consideremos uma dívida de R\$ 10.000,00 paga com juros de 40% ao ano.*

No sistema de juros simples, os juros são obtidos em função do tempo de aplicação, por meio da equação  $j = 10000.0,4t$  ou  $j = 4000t$ . Essa função tem uma equação do tipo função linear ( $f(x) = ax$ ), cujo gráfico é uma “reta” que passa pela

origem do sistema cartesiano. Ela pode ser determinada pelas representações algébrica e gráfica, visualizadas na figura 16.

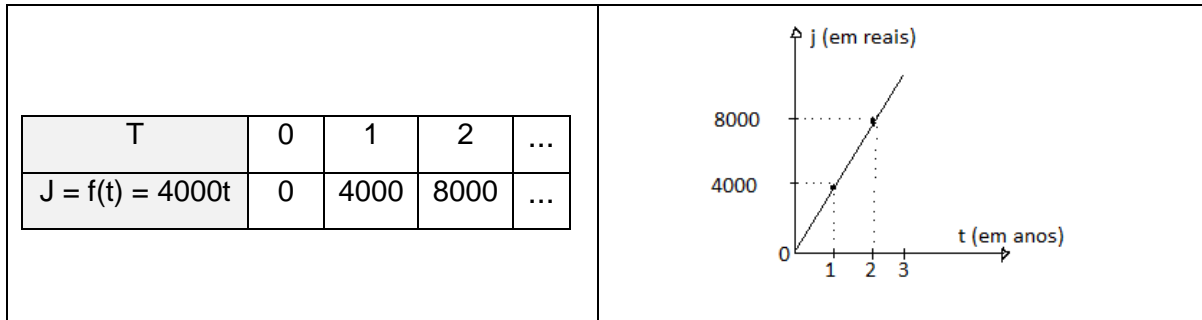


Figura 16: Representações da função  $j = 4000t$   
 Fonte: Dante (2014, p. 25).

Em  $j = 4000t$ , os valores de  $j$  são diretamente proporcionais aos valores de  $t$  e o coeficiente de proporcionalidade é 4000. Neste momento pode-se explorar, além das possíveis representações simbólicas (tabela e gráfico), o estudo da proporcionalidade e a sequência numérica (progressão aritmética) originária da relação “ $j$ ” e “ $t$ ” descrita na tabela. Neste caso, supondo o “ $t$ ” discreto, de forma mais rigorosa, o gráfico seria uma sequência de pontos alinhados.

O Guia de Livros Didáticos (PNLD, 2010) aborda a ideia de que os conceitos relevantes para a formação matemática atual devem ser abordados desde o início da formação escolar. Isso vale mesmo para conceitos que podem atingir níveis elevados de complexidade, como é o caso das funções. Tal ponto de vista apoia-se:

[...] na concepção de que a construção de um conceito pelas pessoas processa-se no decorrer de um longo período, de estágios mais intuitivos aos mais formais. Além disso, um conceito nunca é isolado, mas se integra a um conjunto de outros por meio de relações, das mais simples às mais complexas. Dessa maneira, não se deve esperar que a aprendizagem de conceitos e procedimentos se realize de forma completa e num período curto de tempo. Por isso, ela é mais efetiva quando os conteúdos são revisitados, de forma progressivamente ampliada e aprofundada, durante todo o percurso escolar. É preciso, então, que esses vários momentos sejam bem articulados, em especial, evitando-se a fragmentação ou as retomadas repetitivas. (BRASIL, 2010, p. 24).

Porém, é na última etapa da educação básica, mais especificamente no primeiro ano do ensino médio, que o assunto funções ganha corpo ao aprofundar estas relações de dependências entre variáveis e sua interpretação gráfica.

#### 2.4.1 Análise de livros didáticos

Ao analisar quatro coleções diferentes (IEZZI, 2013; PAIVA, 2013; SOUZA, 2013; LEONARDO, 2013) de livros didáticos do primeiro ano do ensino médio referente ao PNLD do triênio 2012-2014, visando conhecer a forma de abordagem metodológica do assunto funções, observou-se certa sintonia em relação aos seguintes aspectos:

a) Sequência dos assuntos (conteúdos): os quatro livros, com pequenas alternâncias, apresentam a seguinte sequência de conteúdos para o desenvolvimento do conceito funções:

- Identificar uma função;
- Analisar e construir o gráfico de uma função;
- Resolver situações-problema;
- Obter a função inversa de funções dadas;
- Identificar uma função afim;
- Resolver situações-problemas que envolvem funções afim;
- Analisar o gráfico de uma função afim;
- Resolver inequações que envolvem a função afim.

As propostas de resolver “situações-problemas” e “analisar gráficos”, presentes nesta sequência de conteúdos, seja na introdução de funções ou nos vários exercícios trazidos pelos livros analisados, estão em consonância a uma das competências avaliativas do ENEM (2009) a serem desenvolvidas no Ensino Médio que é de enfrentar situações-problema: selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.



A utilização de tabelas relacionando duas grandezas para introduzir a ideia de função é um exemplo de organização de informação onde o aluno pode desenvolver habilidades citadas no parágrafo anterior. O exemplo do quadro 3 extraído de lezzi dá a dimensão de como é abordado de forma introdutória este conteúdo:

*Uma barraca de praia, em Fortaleza, vende água de coco ao preço de R\$ 2,20 o copo. Para não ter de fazer contas a toda hora, o proprietário da barraca montou a seguinte tabela:*

Número de copos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preço (R\$)	2,20	4,40	6,60	8,80	11,00	13,20	15,40	17,60	19,80	22,00

*Nesta tabela, a cada quantidade de copos corresponde a um preço. Dizemos, por isso, que o preço é função do número de copos e a fórmula que estabelece esta relação de interdependência entre o preço “y” e a quantidade de copos “x” é dada por:  $y = 2,20 \cdot x$*

Quadro 3: Exemplo de situação introdutória ao assunto função

Fonte: lezzi (2013, p. 37).

Situações semelhantes encontradas nos outros livros didáticos são representadas na sequência, em forma de tabelas (cabe observar que foi retirada a situação proposta nos livros didáticos):

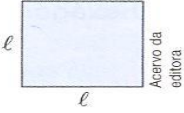
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantidade de mamona (em t)</th> <th>Quantidade de biodiesel (em L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>560</td></tr> <tr><td>2</td><td>1120</td></tr> <tr><td>3</td><td>1680</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 240</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>x</td><td><math>560 \cdot x</math></td></tr> </tbody> </table>	Quantidade de mamona (em t)	Quantidade de biodiesel (em L)	1	560	2	1120	3	1680	4	2 240	...	...	x	$560 \cdot x$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (hora)</th> <th>d (quilômetro)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>80</td></tr> <tr><td>2</td><td>160</td></tr> <tr><td>3</td><td>240</td></tr> <tr><td>4</td><td>320</td></tr> <tr><td>⋮</td><td>⋮</td></tr> </tbody> </table>	t (hora)	d (quilômetro)	1	80	2	160	3	240	4	320	⋮	⋮	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantidade de pães</th> <th>Preço (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,90</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,80</td></tr> <tr><td>3</td><td>2,70</td></tr> <tr><td>5</td><td>4,50</td></tr> <tr><td>10</td><td>9,00</td></tr> <tr><td>n</td><td><math>0,9n</math></td></tr> </tbody> </table>	Quantidade de pães	Preço (R\$)	1	0,90	2	1,80	3	2,70	5	4,50	10	9,00	n	$0,9n$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Instante (min)</th> <th>Distância (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>600</td></tr> <tr><td>2</td><td>1200</td></tr> <tr><td>3</td><td>1800</td></tr> <tr><td>4</td><td>2400</td></tr> <tr><td>5</td><td>3000</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td></tr> </tbody> </table>	Instante (min)	Distância (m)	0	0	1	600	2	1200	3	1800	4	2400	5	3000	...	...
Quantidade de mamona (em t)	Quantidade de biodiesel (em L)																																																										
1	560																																																										
2	1120																																																										
3	1680																																																										
4	2 240																																																										
...	...																																																										
x	$560 \cdot x$																																																										
t (hora)	d (quilômetro)																																																										
1	80																																																										
2	160																																																										
3	240																																																										
4	320																																																										
⋮	⋮																																																										
Quantidade de pães	Preço (R\$)																																																										
1	0,90																																																										
2	1,80																																																										
3	2,70																																																										
5	4,50																																																										
10	9,00																																																										
n	$0,9n$																																																										
Instante (min)	Distância (m)																																																										
0	0																																																										
1	600																																																										
2	1200																																																										
3	1800																																																										
4	2400																																																										
5	3000																																																										
...	...																																																										

Quadro 4: Exemplos de situações introdutórias do assunto função

Fonte: PNLD; 2012/2013/2014.

b) Relação com outros conteúdos da matemática, como por exemplo, a geometria, para a introdução de funções, como mostra a figura 17:

Para calcular a área de um quadrado, pode ser utilizada a fórmula  $A = \ell^2$ .



$A = \ell^2$

área do quadrado

medida do lado do quadrado

A cada valor que atribuímos à medida do lado do quadrado está associado um valor correspondente à área desse quadrado.

$\ell$	$A = \ell^2$	$A$
1 cm	$A = 1^2 = 1$	1 cm <sup>2</sup>
2 cm	$A = 2^2 = 4$	4 cm <sup>2</sup>
3 cm	$A = 3^2 = 9$	9 cm <sup>2</sup>
4 cm	$A = 4^2 = 16$	16 cm <sup>2</sup>
5 cm	$A = 5^2 = 25$	25 cm <sup>2</sup>

Nesse caso, a área do quadrado está em função da medida de seu lado. Assim, a “área do quadrado” ( $A$ ) é a variável dependente e a “medida do lado do quadrado” ( $\ell$ ), a variável independente da função.

Figura 17: Introdução do assunto função relacionada com a geometria  
Fonte: Souza (2013, p. 49).

Observa-se que esta situação relaciona, de forma integrada, e exige o domínio de várias representações e conceitos (numérico – tabular, funcional e geométrico), que estão em estreita conexão. Nesse sentido, transitar por vários conteúdos da matemática de forma integrada e através de várias situações é uma das maneiras que Vergnaud concebe a aprendizagem da matemática: “O conceito de relação só é entendido através de uma diversidade de problemas práticos e teóricos; o mesmo em se tratando dos conceitos de função e de número [...] (VERGNAUD, 1993, p. 8).

Neste contexto, a situação da figura 17 que abrange outro conteúdo da matemática (a geometria), mas que aborda o conteúdo funções através da relação

entre a área e o lado de um quadrado pode fazer parte de uma série de situações cujo objetivo é construir o conceito de funções.

c) Apresentação de exercícios envolvendo relações de dependência entre variáveis (funções) abordando, de forma superficial, outras áreas do conhecimento como o meio ambiente, a economia, a física, entre outros.

Rever a forma de abordagem dos conteúdos e propor que as disciplinas sejam tratadas como campos dinâmicos, ou seja, que não precisam ficar “presas” a uma lista própria de conteúdos, e que as áreas do conhecimento se articulem, de forma não isolada, como prevê o PCN + Ensino Médio (2000), cria condições para que a prática escolar se desenvolva em uma perspectiva de interdisciplinaridade. Sendo assim, acredito que o conteúdo de funções pode ser abordado através não só da disciplina de matemática, mas pela intervenção articulada de outras disciplinas como a Física e a Química. Utiliza-se assim o conhecimento de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Sob esta ótica, entendo que os livros didáticos analisados poderiam explorar de forma mais profícua as outras áreas do conhecimento através de atividades ou exercícios que as relacionassem.

d) A presença tímida das TIC como recurso para o desenvolvimento da aprendizagem

Não se pode deixar de lado o papel das TIC neste processo de construção dos conceitos matemáticos, como o das relações funcionais. Fioreze (2010), ao salientar a importância do aspecto experimental no processo de construção do conhecimento, menciona o papel do computador neste processo:

Quanto ao aspecto experimental em processos de aprendizagem por descoberta, o computador é um grande aliado, sendo uma ferramenta que possibilita a interligação entre o campo numérico, algébrico e gráfico, favorecendo a descoberta de modelos em fenômenos físicos ou situações problemas propostas. Tais modelos envolvem construções abstratas que auxiliam na compreensão de diversos fenômenos. (FIOREZE, 2010, p. 105).

*Softwares* como o *Geogebra*, por exemplo, permitem a construção, na sua zona gráfica, de gráficos e figuras geométricas. Simultâneo às construções na zona gráfica, há uma representação dos elementos na zona algébrica e estes são atualizados automaticamente quando ocorre uma interferência na zona gráfica. Neste *software*, a cada sentença algébrica digitada (função, ponto ou equação) na sua caixa de comandos, associa-se uma representação gráfica dessa sentença.

Esta forma dinâmica de estudar conceitos da matemática proporciona aos alunos uma forma de perceberem as relações existentes entre os campos algébricos e gráficos, como por exemplo, a associação de uma tabela de valores com o gráfico que os relaciona. Outros *softwares* matemáticos também valorizam as diferentes representações simbólicas de um conceito e oportunizam a manipulação de dados pelos alunos, propondo um método mais autônomo de aprendizagem, colocando as crianças no centro deste processo. Papert (1994, p. 125) salienta que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam. O computador pode proporcionar isso através de aplicativos educacionais que tenham essa característica.

Sobre este aspecto, não se pode negar a inserção tímida, mas cada vez maior de sugestões de atividades com *softwares* educacionais na área da matemática presentes nos livros didáticos analisados na medida em que estes apresentam sugestões de atividades envolvendo as funções e programas e/ou aplicativos como *Excel*, *Geogebra* e *Winplot*. Cabe ressaltar que a dimensão tecnológica é apresentada, como atividades complementares, ficando a cargo do professor a exploração, o aprofundamento desses aplicativos na construção de conceitos envolvendo as relações funcionais.

Resumidamente, a análise realizada dos livros didáticos levou-me a identificar pontos que considero negativos como, por exemplo, a pouca utilização das TIC como recurso no processo do ensino e da aprendizagem e a ausência de atividades envolvendo outras áreas do conhecimento. Por outro lado, saliento como pontos positivos a utilização de situações-problema e a presença de outros conteúdos matemáticos no trato com funções como a geometria, por exemplo.

## 2.4.2 As competências do ensino médio e sua relação com o conteúdo de funções

Os PCN + Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 113), da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias elegeram três grandes competências como metas a serem perseguidas durante essa etapa da escolaridade básica e complementar do ensino fundamental para todos os brasileiros:

- *representação e comunicação*, que envolvem a leitura, a interpretação e a produção de textos nas diversas linguagens e formas textuais características dessa área do conhecimento;

- *investigação e compreensão*, competência marcada pela capacidade de enfrentamento e resolução de situações-problema, utilização dos conceitos e procedimentos peculiares do fazer e pensar das ciências;

- *contextualização das ciências* no âmbito sócio-cultural, na forma de análise crítica das ideias e dos recursos da área e das questões do mundo que podem ser respondidas ou transformadas por meio do pensar e do conhecimento científico.

O que se espera do aluno dentro das competências de *representação e comunicação* é que ele seja capaz de reconhecer e utilizar símbolos, códigos e nomenclaturas da linguagem matemática para, por exemplo, compreender o significado de dados apresentados por meio de variáveis em fórmulas; expressar-se com clareza, utilizando a linguagem matemática elaborando textos, desenhos, gráficos, tabelas, equações, expressões e escritas numéricas.

Outra importante competência é traduzir uma situação dada em determinada linguagem para outra, como por exemplo, transformar situações dadas em linguagem discursiva em esquemas, tabelas, gráficos, desenhos, fórmulas, equações matemáticas e acrescenta-se aqui, as linguagens de programação.

Já as representações simbólicas (presentes também dentro das competências de *representação e comunicação*) fazem parte do processo de conceitualização proposto por Vergnaud (1993). Uma das dimensões para a sistematização de um conceito é a representação simbólica que permite relacionar o significado do objeto (conceito) com as suas propriedades. Isso implica em formas de representação do conceito como a verbal, gráfica, algébrica e a própria programação com o Scratch (linguagem de programação), que através da

organização, pelos alunos, dos blocos de comando, são capazes de expressarem ideias, pensamentos (esquemas) em uma dada situação envolvendo as relações funcionais, como é o caso desta pesquisa.

A ideia da construção dessa competência se dá pelas dificuldades encontradas pelos alunos em situações como a da figura 18 que aborda, neste caso específico, a função inversa e a compreensão do seu conceito através de uma representação gráfica:

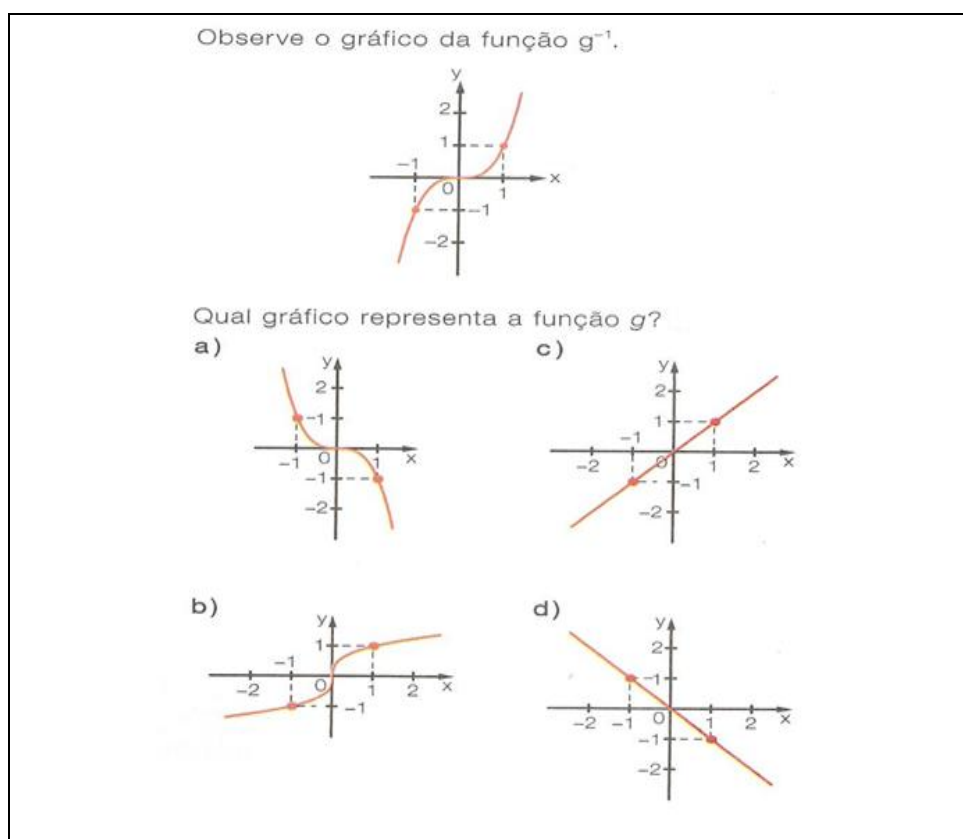


Figura 18: Exercício sobre função inversa  
Fonte: Souza (2013, p. 75).

Em relação à competência *investigação e compreensão*, o PCN + Ensino Médio (BRASIL, 2002) espera que o aluno identifique os dados relevantes em uma dada situação para buscar possíveis resoluções, identifique as relações envolvidas e elabore possíveis estratégias para enfrentar uma dada situação-problema.

Essas competências estão em consonância com que Vergnaud prevê em sua teoria para esquemas como sendo [...] “uma função temporalizada de argumentos que permite gerar diferentes sequências de ações e tomadas de informações.” (VERGNAUD, 1993, p.6). Os esquemas referem-se a situações em que o sujeito tem condições de dar conta imediatamente ou situações em que o sujeito necessita de um tempo para reflexão, para solucionar, ou não, a situação. Para Vergnaud (1993, p. 1), é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança.

Para alcançar os objetivos estabelecidos de promover as competências gerais e o conhecimento de Matemática, a proposta dos PCN + Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 129) elenca como estratégias para ação:

- A resolução de problemas é a perspectiva metodológica escolhida nesta proposta e deve ser entendida como a postura de investigação frente a qualquer situação ou fato que possa ser questionado;
- A seleção das atividades a serem propostas deve garantir espaço para a diversidade de opiniões, de ritmos de aprendizagem e outras diferenças pessoais;
- O aspecto desafiador das atividades deve estar presente todo o tempo, permitindo o engajamento e a continuidade desses alunos no processo de aprender.

Nesse sentido, a postura do professor de problematizar e permitir que os alunos pensem por si mesmos, errando e persistindo, é determinante para o desenvolvimento das competências e para a aprendizagem dos conteúdos específicos. Além disso, conceber o aluno como alguém que tem conhecimento e não como uma tabula rasa, ou seja, valorizar os conceitos do cotidiano e/ou científicos que ele carrega consigo, faz parte das ações metodológicas que o professor pode adotar para obter um bom desempenho didático. Outra ação que pode contribuir para o sucesso da aprendizagem é identificar, através das dificuldades encontradas pelos alunos durante os caminhos percorridos para a

resolução de um problema ou situação, as invariantes operatórias que podem atuar como obstáculos à conceitualização.

Após a explanação e análise da dimensão didática, é oportuno e necessário elencar pontos que ainda preocupam neste importante percurso metodológico:

- a) A frágil conexão do ensino da matemática entre os conceitos da matemática com os conceitos fora da matemática;
- b) O enfoque do assunto funções somente a partir do primeiro ano do ensino médio;
- c) As TIC vistas apenas como aportes “complementares” no processo da construção e compreensão dos conceitos matemáticos.

Apresento uma síntese sobre o ensino de funções, que foi construída baseada na leitura dos documentos do MEC como PNLD/2015, documentos como PCN + Ensino Médio, ENEM e Guia de livros Didáticos, em que compreendo a necessidade de:

- a) Articular os conceitos matemáticos com as outras áreas do conhecimento, assumindo cada vez mais o caráter interdisciplinar;
- b) Construir conceitos matemáticos através de atividades e/ou situações-problema que priorizam utilizar e reconhecer a linguagem algébrica necessária para expressar relações entre variáveis dependentes; associar exemplos do cotidiano ou não e modelar situações-problema utilizando o conceito de função, dentro e fora da Matemática; construir gráficos, associar a eles suas respectivas funções e identificar regularidades;
- c) Inserir as TIC no processo de ensino e aprendizagem de forma que estes recursos assumam um papel cada vez maior na sala de aula, constituindo-se como um dos instrumentos para a construção do conhecimento.

Sendo assim, a pesquisa ao se confrontar com as ideias do PNLD 2015 e PCN + Ensino Médio, assume uma clara sintonia na estruturação das suas atividades quando propõe trabalhar o conteúdo de funções de forma desafiadora na medida em que proporciona a construção autônoma de objetos de aprendizagem e na proposta contextualizada das atividades para compreender os conceitos da função, mais especificamente as relações funcionais, através de situações diversificadas.



## 2.5 Funções: a dimensão cognitiva

Na perspectiva desta dimensão e tomando como base a teoria dos Campos Conceituais, pode-se supor que as dificuldades encontradas pelos alunos nos processos de compreensão dos conceitos envolvendo o conteúdo função podem ter como um dos motivos o fato de não terem sido lhes proporcionado anteriormente variadas experiências envolvendo este assunto, mesmo de modo informal, o que seria relevante para a construção de uma base mais ampla e mais rica em significados. Delega-se este início, como já mencionado, somente no primeiro ano do Ensino Médio.

Tendo em vista o explicitado na dimensão didática, na maioria das vezes, o conteúdo funções é apresentado aos alunos através de situações do dia a dia que relacionam duas grandezas e que visam construir certa relação de dependência entre elas, como mostra a figura 19.

Uma estamperia cobra uma taxa fixa, referente ao trabalho de desenvolvimento da estampa padrão, mais um valor por peça de roupa estampada. Para estampar camisetas de certa encomenda, o orçamento calculado estabelecia uma taxa fixa de R\$ 60,00 mais R\$ 4,50 por camiseta.

Observe:

Quantidade de camisetas	1	2	10	20	50	...	x
Valor cobrado (R\$)	$\frac{64,50}{60+4,50}$	$\frac{69}{60+4,50 \cdot 2}$	$\frac{105}{60+4,50 \cdot 10}$	$\frac{150}{60+4,50 \cdot 20}$	$\frac{285}{60+4,50 \cdot 50}$	...	$60 + 4,50 \cdot x$

A relação entre a quantidade de camisetas e o valor cobrado é descrita por uma função, cuja fórmula é dada por:

$$v = 60 + 4,50x$$

Diagrama de identificação dos termos da fórmula:

- valor cobrado (v) aponta para o lado esquerdo da equação.
- taxa fixa (60) aponta para o primeiro termo da equação.
- valor cobrado por camiseta (4,50) aponta para o coeficiente da equação.
- quantidade de camisetas (x) aponta para a variável da equação.

Nesse caso, o valor cobrado está em função da quantidade de camisetas. Assim, dizemos que o “valor cobrado” (v) é a **variável dependente** e a “quantidade de camisetas” (x), a **variável independente** da função.

Figura 19: Atividade introdutória ao assunto funções

Fonte: Souza, 2013, p. 49.

Essa abordagem metodológica para a abstração dos conceitos envolvidos nesta situação (conceitos de variável, de dependência, de regularidade, de correspondência e de generalização) pode alcançar diferentes níveis de compreensão entre os alunos, pois evoca diferentes estruturas de organização do pensamento dos mesmos para o processo de sua compreensão. Alguns poderão entender facilmente o que se está propondo ao contrário de outros, que levarão um tempo maior de reflexão e exploração para a compreensão desses conceitos. “O funcionalismo cognitivo do sujeito em situação depende do estado de seus conhecimentos, implícitos ou explícitos” (VERGNAUD, 1993, p. 25).

Por isso é importante na situação da figura 19, o professor verificar quais os esquemas utilizados pelos alunos em seu processo de resolução, bem como as dificuldades enfrentadas por eles. Ainda segundo a teoria dos Campos Conceituais, o desenvolvimento cognitivo ocorre quando o estudante é submetido a distintas situações e as domina progressivamente. Supõe-se que as possíveis dificuldades encontradas pelos alunos quando estes se deparam com o conteúdo de funções podem ter suas explicações no fato dos mesmos não terem vivenciado anteriormente, variadas experiências envolvendo este conteúdo, mesmo de modo informal. Assim, ratifica-se a importância desse conteúdo ser trabalhado desde os anos iniciais de forma a ampliar progressivamente o campo conceitual da função.

Tanto para a compreensão da relação existente entre as variáveis “ $v$ ” e “ $x$ ”, na situação  $v = 60 + 4,5x$  da figura 19, como para outros conceitos como o de função constante ou função linear, por exemplo, pesquisar os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação (partes integrantes do esquema) utilizados pelos alunos é de suma importância, pois é durante este processo que os alunos evocam as invariantes operatórias para poderem resolver o problema ou compreender os conceitos que se deseja construir.

Ainda no exemplo da figura 19, alguns alunos poderiam calcular o valor de 100 camisetas facilmente através de *inferências*, utilizando para isso, das informações dadas na situação. Outros, nesta mesma situação, poderiam não alcançar tal êxito, precisariam talvez para isso, um tempo maior para refletir sobre este processo. Para essa classe, o aluno usa vários esquemas até encontrar, ou não, o esquema apropriado. Segundo Vergnaud (1993), o funcionamento cognitivo de um sujeito ou um grupo de sujeitos em uma situação dada baseia-se no

repertório dos esquemas disponíveis, formados anteriormente, de cada um dos sujeitos, individualmente.

Para exemplificar esta ideia de Vergnaud, pensemos na situação em que se elabore uma atividade onde o aluno tenha que resolver questões que envolvam a adição e multiplicação relacionadas à geometria (perímetro e área de um quadrado). Alguns alunos poderão encontrar dificuldades ao solucionar um exercício do tipo *“Determine, através de um produto, a função que relaciona o perímetro do quadrado e a medida “l” de seus lados, com “l”  $\in$   $n^*$ ”*. Parece ser um problema fácil de geometria, mas talvez um aluno que não tenha compreendido a multiplicação como a adição de parcelas iguais, poderá ter dificuldades em determinar esta relação. Para aqueles alunos que construíram sentidos corretos à multiplicação na fase inicial da sua escolarização (portanto dispõem no seu repertório as competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação), talvez seja mais provável que consigam deduzir a expressão (através de um produto) que relaciona o lado do quadrado com o perímetro ( $P = 4.l$ ), pois saberão que  $l + l + l + l = 4l$ .

Ainda, este problema envolve a identificação de variáveis, representações simbólicas, etc., características estas que estão relacionadas ao campo conceitual da álgebra, que também poderá envolver dificuldades de resolução pelos alunos.

Vergnaud enfatiza em suas pesquisas dois campos conceituais, o das estruturas aditivas e o das estruturas multiplicativas. Os esquemas utilizados pelos alunos para entenderem as ideias dos conceitos ou propriedades das funções, são abordadas através dos teoremas-em-ação de estrutura multiplicativa. Vergnaud define esse campo como:

[...] o conjunto das situações cujo tratamento implica uma ou várias multiplicações ou divisões, e o conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações: proporção simples e proporção múltipla, função linear e função n-linear, relação escalar direta e inversa, quociente e produto de dimensões, combinação linear e aplicação linear, fração, razão, número racional, múltiplo e divisor, etc. (VERGNAUD, 1993, p. 10).

As estruturas multiplicativas constituem um campo conceitual que envolve a formação de conceitos numa variedade de situações e problemas que requerem o uso da multiplicação ou da divisão ou da combinação de ambas. Neste sentido, o campo conceitual das estruturas multiplicativas não se restringe apenas aos

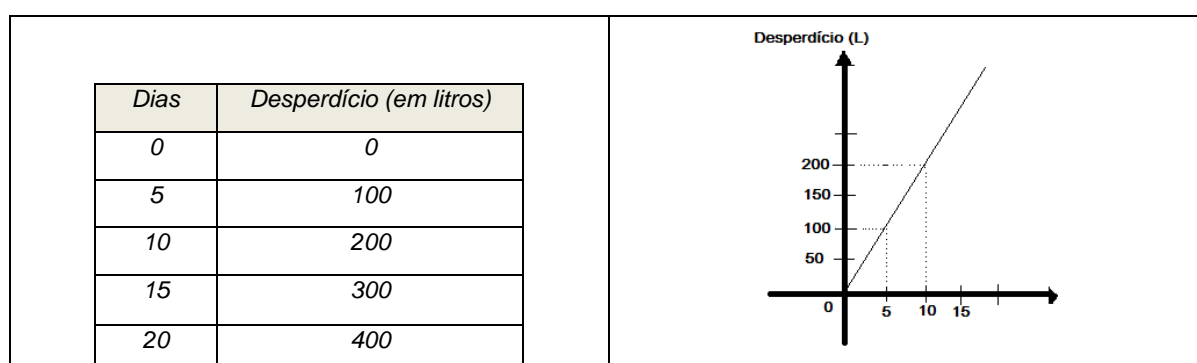
conceitos de multiplicação e divisão, mas envolve outros conceitos como fração, razão, proporção, probabilidade, função, combinatória, volume etc. Esses conceitos se expressam através de diferentes situações-problema que variam quanto ao grau de complexidade que apresentam.

A partir do estudo da função linear, os alunos podem abordar, entre outros, os seguintes conceitos: a multiplicação por um escalar; a proporcionalidade ou coeficiente de proporcionalidade; sequências numéricas de razão constante (PA); grandezas diretamente proporcionais (regra de três simples), entre outros.

Alguns teoremas-em-ação relacionados a função linear podem ser observados, por exemplo, através da seguinte situação extraída de Souza:

*O Brasil é o país com a maior reserva aquífera do planeta, com aproximadamente 12% da água doce disponível na superfície terrestre, e é também um dos países onde há maior desperdício de água. Existem várias formas de evitar esse desperdício. Entre elas, não tomar banhos demorados, regar o jardim com moderação, verificar se as torneiras estão bem fechadas, lavar o carro ou calçada somente se necessário e utilizando um balde, entre outras.*

*O gráfico a seguir e a tabela representam a quantidade de água desperdiçada por uma torneira gotejando 25 gotas por minuto:*



*Se esta torneira permanecer gotejando, quantos litros de água serão desperdiçados ao final de 30 dias?*

Através de uma breve análise desta situação, pode-se chegar a algumas conclusões:

(1) O gráfico em questão representa uma função do tipo linear, que pode ser expresso por  $f(x) = 20x$  ou  $y = 20x$ , onde “y” representa o desperdício de água em litros e “x” a quantidade de dias e é uma reta passa pela origem do sistema cartesiano. Tanto na tabela como no gráfico, observa-se que a razão entre o desperdício de água e os dias é de 20:

$$\frac{100}{5} = 20 \quad \dots \quad \frac{200}{10} = 20 \quad \dots \quad \frac{300}{15} = 20 \quad \dots$$

, ou seja, o coeficiente de proporcionalidade é 20.

Sendo assim, constata-se que:

- quando os dias dobram, o desperdício também dobra;
- quando os dias triplicam, o desperdício também triplica;
- se o dia é multiplicado por 10, o desperdício também é multiplicado por 10; e

assim por diante;

Conclui-se, então, que o desperdício de água em litros e a quantidade de dias, neste caso específico, são grandezas diretamente proporcionais.

De modo geral, quando uma grandeza y é função de uma grandeza x e para cada par de valores (x,y) se observa que  $y/x = k$  ( $x \neq 0$ ) é constante, as duas grandezas são ditas diretamente proporcionais.

(2) Pode-se ainda nesta situação, determinar a quantidade de água desperdiçada correspondente a 30 dias, através de substituição de variável, fazendo simplesmente:

$$\frac{y}{x} = 20 \quad \rightarrow \quad \frac{y}{30} = 20 \quad \rightarrow \quad y = 600 \text{ l}$$

Outra alternativa para determinar a quantidade de água desperdiçada em litros correspondente a 30 dias, seria estabelecer a relação:

$$\frac{100 \text{ litros}}{y} = \frac{5 \text{ dias}}{30 \text{ dias}} \rightarrow y \cdot 5 = 100 \cdot 30 \rightarrow y = 600 \text{ l}$$

Esse procedimento (esquema) é comumente chamado de regra de três simples. Segundo Vergnaud (1993, p. 3), o funcionamento cognitivo dos alunos envolve operações que se automatizam progressivamente (multiplicar cruzado, trocar o sinal quando se troca o membro, isolar x de um lado da igualdade). A resolução de uma regra de três, pode evocar esquemas desse tipo onde os alunos utilizam tais operações e/ou procedimentos para determinar o valor de x.

(3) Modelar situações-problema e identificar regularidades além de ser uma das competências previstas no PCN+Ensino Médio, ratifica a ideia de Vergnaud (1993, p.3) quando ele salienta que a automatização é uma das manifestações mais visíveis do caráter invariante da organização da ação. Esse pensamento também é válido quando aluno consegue modelar, neste caso específico, a expressão algébrica que representa a situação colocada no início como exemplo:  $f(x) = 20 \cdot x$

Entre os teoremas relacionados a função linear, destaca-se também:

- as propriedades de isomorfismo da *função linear*:

$$(i) \quad f(n \cdot x) = n \cdot f(x)$$

$$(ii) \quad f(x + x') = f(x) + f(x')$$

$$(iii) \quad f(x - x') = f(x) - f(x')$$

$$(iv) \quad f(c_1x_1 + c_2x_2) = c_1f(x_1) + c_2f(x_2)$$

No caso de propor o cálculo do desperdício de água referente a 30 dias (ou seja,  $f(30)$ ) na situação do quadro 5, o aluno poderia supostamente usar o teorema-em-ação  $f(x + x') = f(x) + f(x')$  da seguinte forma:  $f(30) = f(10 + 20) = f(10) + f(20) = 200 + 400 = 600$ , portanto,  $f(30) = 600$ .

- algumas propriedades específicas da bilinearidade:

$$f(n_1x_1, n_2x_2) = n_1 \cdot n_2 f(x_1, x_2)$$

Moreira (apud VERGNAUD, 1994, p. 49) exemplifica o teoremas-em-ação para esta última classe de propriedade. Consideremos a seguinte situação proposta a alunos de 13 anos: O consumo de farinha é, em média, 3,5 kg por semana para dez pessoas. Qual a quantidade de farinha necessária para cinquenta pessoas durante 28 dias? Resposta de um aluno: 5 vezes mais pessoas, 4 vezes mais dias, 20 vezes mais farinha; logo,  $3,5 \times 20 = 70$  kg.

É impossível, segundo Vergnaud (ibid.), dar conta desse raciocínio sem supor o seguinte teorema implícito na cabeça do aluno:  $f(n_1x_1, n_2x_2) = n_1 n_2 f(x_1, x_2)$ , ou seja, Consumo (5.10,4.7) = 5.4 Consumo(10,7). Naturalmente, este teorema funciona porque as razões de 50 pessoas para 10 pessoas e 28 dias para 7 dias são simples e evidentes. Ele não seria tão facilmente aplicado a outros valores numéricos.

Portanto, seu escopo de aplicação é limitado. Ainda assim, é um teorema que pode ser expresso, por exemplo, em palavras: o consumo é proporcional ao número de pessoas quando o número de dias é mantido constante; e é proporcional ao número de dias quando o número de pessoas é mantido constante. Pode também ser expresso pela fórmula  $C = k.P.D.$  onde C é o consumo, P o número de pessoas, D o número de dias e k o consumo por pessoa por dia.

Esses são alguns teoremas que podem ser evocados a partir do estudo de funções. A escolha de situações-problema, os caminhos percorridos pelos alunos para a resolução destas situações, os obstáculos encontrados por ele neste processo e as formas como ele expressa e representa os conceitos, merecem atenção especial do professor-mediador e a compreensão destas ações é fundamental para o processo de conceitualização proposto por Vergnaud.

### **3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Este capítulo apresenta a metodologia que norteou a pesquisa qualitativa focada na construção das relações funcionais através da autoria, pelos próprios alunos, de objetos de aprendizagem.

A pesquisa contemplou uma questão sempre muito presente entre os educadores, em especial os da área da Matemática que é a busca por alternativas para a melhoria do seu ensino. Assim sendo, a proposta de construir relações funcionais através da elaboração de objetos de aprendizagem com a utilização da linguagem de programação Scratch, além de corroborar com a busca de melhores resultados para a compreensão dos conteúdos matemáticos, passa a ser uma proposta com um olhar diferenciado sobre a aprendizagem.

A pesquisa em questão pode ser então considerada, sob certa ótica, desafiadora, pois a programação não está inserida no contexto educacional e também pelo fato de se ter poucas pesquisas com este enfoque. Sendo assim, requer um envolvimento profundo do investigador neste processo, pois a mediação, a observação e o registro dos fatos neste contexto de aprendizagem ganham especial atenção para o desenvolvimento das atividades.

#### **3.1 Delineamentos da pesquisa**

Estar interessado em propor a construção, por parte dos alunos, das relações funcionais, é dedicar-se, entre outras coisas, à interpretação criteriosa dos fatos que se desenvolvem neste ambiente de aprendizagem. Segundo Moreira (2003) a principal característica da pesquisa qualitativa é a interpretação do pesquisador sobre os dados e informações coletadas, tanto que alguns autores preferem chamá-la de interpretativa.

O investigador interpretativo observa participativamente, de dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, anotando cuidadosamente tudo o que acontece nesse ambiente, registrando eventos – talvez através de audiotapes ou de videotapes – coletando documentos



tais como trabalhos de aluno, materiais distribuídos pelo professor, ocupa-se não de uma amostra no sentido quantitativo, mas de grupos ou indivíduos em particular, de casos específicos, procurando escrutinar exaustivamente determinada instância tentando descobrir o que há de único nela e o que pode ser generalizado a situações similares. (MOREIRA, 2003, p. 24).

O período de implementação desta pesquisa corresponde ao desenvolvimento e intervenção de atividades junto a três turmas do primeiro ano do Ensino Médio de um colégio estadual da cidade de Santa Maria– RS. Tanto a elaboração das atividades e a sua sequência, bem como a intervenção junto à turma de alunos foi feita pelo professor-pesquisador que esteve imerso no ambiente de pesquisa. Dessa forma, tornou-se essencial ter bem definido, entre outras ações, as escolhas dos instrumentos para a coleta de dados e o registro das atividades que foram produzidas pelos alunos. Nessa perspectiva, a presente pesquisa ganhou características descritivas e interpretativas e no final do processo de implementação das atividades, coube ao pesquisador relatar os resultados encontrados a partir da sua interpretação. A interpretação do pesquisador gerou asserções de conhecimento que foram validadas em consonância com as teorias do Construcionismo e dos Campos Conceituais.

Com base nos objetivos da pesquisa, pode-se enquadrá-la como explicativa, pois é possível identificar neste tipo de pesquisa, os fatores que determinam e contribuem para a construção das relações funcionais através da construção de objetos de aprendizagem com o *software* Scratch. Para Gil (2008), esse tipo de pesquisa é o que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.

Antes de enquadrar a pesquisa com base nos procedimentos técnicos para a sua realização, fez-se necessário caracterizar os sujeitos bem como o “meio” onde se deu o desenvolvimento das atividades. Assim sendo, a pesquisa foi realizada com três turmas de primeiros anos do Colégio Estadual Manoel Ribas do município de Santa Maria – RS. Os sujeitos, quase na sua totalidade, não tiveram acesso em suas escolas anteriores a *softwares* e/ou aplicativos matemáticos, tampouco a *softwares* de programação. São alunos homogêneos em relação às idades, o mesmo não se pode afirmar em relação aos domínios dos conteúdos pré-estabelecidos para este ano, neste estabelecimento de ensino, conforme levantamento realizado no início do ano letivo, pelos professores através de

atividades (exercícios envolvendo conteúdos de 7º, 8º e 9º anos) organizadas nas primeiras duas semanas do ano letivo com o objetivo de revisar conteúdos e verificar as dificuldades apresentadas pelos alunos<sup>9</sup>. Em relação ao “meio” onde a pesquisa aconteceu, pode-se dizer que contempla satisfatoriamente as necessidades básicas para a realização das atividades, pois o colégio possui dois laboratórios de informática com vinte equipamentos cada, sendo que apenas um desses laboratórios esteve a disposição da pesquisa, tendo em vista problemas técnicos para a instalação do aplicativo Scratch nas máquinas de um deles.

Sendo assim e com base no explicitado sobre o “meio” onde se realizou a pesquisa, nos sujeitos que participaram dela e nos objetivos propostos, optou-se, com base nos procedimentos técnicos, pelo estudo de caso. Ponte (1994) define estudo de caso como:

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma pessoa ou uma entidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e a sua identidade próprias. É uma investigação que se assume como particularista, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global do fenômeno de interesse. (PONTE, 1994, p. 2).

Investigar através da criação de objetos de aprendizagem, por meio do *software* de programação Scratch a construção das relações funcionais envolvendo conceitos da função pelos alunos, requer entre muitas outras ações, compreender os processos envolvidos nessas construções através de descrições sistemáticas e detalhadas. Para Ponte, no entanto, “um estudo de caso não tem de ser meramente descritivo. Pode ter igualmente um profundo alcance analítico, interrogando a situação, confrontando-a com outras situações já conhecidas e teorias existentes”. (PONTE, 1994, p. 2).

Sendo assim, a pesquisa, pelas características apresentadas vai ao encontro daquilo que Ponte (1994) admite serem as principais características de um estudo de caso, ou seja: deve ter um forte cunho descritivo; não se pretende, por parte do

---

<sup>9</sup> Esta prática é adotada pelo colégio tendo em vista que os alunos são oriundos de escolas de Ensino Fundamental de localidades diferentes do município de Santa Maria.

investigador, manipular ou alterar as potenciais causas do comportamento dos alunos (para se descobrir aspectos novos, ocultos, de uma determinada situação é fundamental um distanciamento e uma capacidade de interrogar muito livre do que se está a acontecer); é uma investigação empírica (baseia-se na análise da produção dos alunos).

Isso não significa que um investigador não possa estar próximo dos sujeitos da pesquisa e tomar como caso de estudo a sua própria realidade, ou melhor, seus próprios alunos. Para Ponte (1994), alguns investigadores usam o estudo de caso para conduzirem experiências na sua prática profissional para conhecer melhor certos aspectos ou efeitos do seu trabalho. Segundo ele, “nessas circunstâncias, o caso não se refere à experiência que estão a realizar, tomada como um todo, mas apenas a uma unidade que se identifica dentro dela, seja um aluno, uma aula, uma tarefa ou acontecimento” (PONTE, 1994, p. 8).

Para Ponte (1994), “muitas vezes, um dado caso faz parte de um caso maior ou inclui outras entidades como “subcasos””. É o que acontece, segundo ele, “quando se estuda uma experiência inovadora e dentro desta se analisam as aprendizagens de um ou mais alunos” (PONTE, 1994, p. 5), como foi o caso desta pesquisa

## **3.2 Os passos metodológicos da pesquisa**

Nesta sessão é apresentada a descrição da dinamização da pesquisa. Dar-se-á aqui especial atenção à coleta dos dados, ao planeamento das aulas, as etapas da pesquisa, ao detalhamento da abordagem metodológica e a sequência das atividades propostas pelo pesquisador aos alunos, sempre respaldados e de acordo com os delineamentos da pesquisa que foram explanados na sessão anterior.

### **3.2.1 Coleta de dados**

A coleta de dados da pesquisa se deu ao longo do ano letivo de 2014, durante a realização das atividades que foram propostas pelo professor-pesquisador. Isso se deu através da utilização de um diário de bordo, gravações das programações produzidas pelos alunos.

O diário de bordo, de posse do professor-pesquisador, foi uma maneira de registrar os comentários feitos pelos alunos oralmente quando reunidos em duplas, trios ou em conversas individuais; observações a respeito do desenvolvimento das atividades; questionamentos interessantes que surgiram através das falas dos alunos durante a execução das atividades. Esses comentários e observações foram registrados na medida em que foram surgindo e são usados na análise dos dados (capítulo 4).

As gravações das programações, pelas características da pesquisa, foram importantes instrumentos de coleta de dados junto aos participantes do projeto. Isso se deu durante ou após a realização de atividades que solicitaram a utilização do *software* Scratch, no laboratório de informática. Por fim, com o objetivo de registrar alguns momentos durante a realização das programações ou qualquer outra atividade relativa às aulas, se utilizou a fotografia.

### 3.2.2 Planejamento das aulas

As atividades pertinentes à pesquisa aconteceram na sala de aula e no laboratório de informática e foram organizadas pelo professor-pesquisador levando em consideração as particularidades de cada um desses ambientes. A utilização desses espaços se deu de forma com que um complementasse o outro

Os Planos de Estudos do colégio onde a pesquisa se deu, prevê para a área do conhecimento da Matemática, quatro períodos semanais de 45 minutos cada. Com isso, inicialmente, pensou-se em dividi-los da seguinte maneira: três períodos semanais na sala de aula e um período semanal no laboratório de informática com atividades voltadas para a utilização do *software* de programação Scratch. Porém, essa distribuição teve caráter flexível, pois se levou em consideração alguns aspectos, como por exemplo, o nível de complexidade das atividades que foram

propostas com o *software* (utilizaram-se, em alguns momentos, dois ao invés de um período no laboratório de informática); o “tempo” (cognitivo) que cada aluno dispôs na realização de uma determinada situação ou tarefa e o agendamento dos laboratórios de informática, tendo em vista que o colégio possui outras 18 turmas de primeiros anos no mesmo turno das três turmas que participaram da pesquisa.

### 3.2.3 As etapas da pesquisa

Faz-se oportuno, neste momento, destacar o fato de que as ações desencadeadas suscitam a utilização de um *software* de programação, objeto de estudo e análise da pesquisa e que é desconhecido por todos os sujeitos da pesquisa. Devido a isso, o desenvolvimento da pesquisa se deu através de duas etapas distintas.

A primeira etapa teve como objetivo o “conhecimento” e a “exploração” da linguagem de programação Scratch, sem, portanto, levar em consideração, de forma direta, a construção das relações funcionais que é um dos objetivos desta pesquisa. Nesta etapa, os alunos foram levados, através de um “Guião<sup>10</sup>” a conhecer o Scratch, explorar os comandos, suas funções, seus personagens e cenários com a mediação do professor.

Esta etapa aconteceu no laboratório de informática do colégio entre os meses de abril e junho de 2014 e contou com vinte e dois períodos de aula (aproximadamente dezesseis horas). Para a primeira fase desta etapa, utilizou-se como método a “programação orientada” que consistia, por parte do pesquisador, realizar uma programação, explicando as funções dos comandos que eram envolvidos na mesma, e solicitar que os alunos a realizassem simultaneamente. A “programação orientada” se estendeu por quatro períodos (aproximadamente três horas), tendo em vista a prioridade na abordagem dos principais comandos.

Durante estas “programações orientadas”, não foi solicitado aos alunos para

---

<sup>10</sup>Material impresso (tipo tutorial) distribuído para cada aluno, produzido pelo autor da pesquisa contendo as funções dos comandos do Scratch e sugestões de atividades como objetivo de auxiliar os alunos na compreensão da linguagem de programação Scratch.

formarem duplas e os mesmos poderiam interagir e participar, seja através de perguntas/questionamentos, ou através das produções das programações, acompanhando o professor. Na segunda fase, que teve duração de quinze períodos (aproximadamente onze horas), os alunos foram desafiados a criarem suas próprias histórias (programações), abordando temas livres. A terceira e última fase desta etapa foi a socialização entre os alunos, das histórias (programações) criadas por eles próprios e teve duração de três períodos (aproximadamente duas horas).

A figura 20 retrata uma das aulas desta etapa da pesquisa:



Figura 20: Alunos reproduzindo a programação sob a orientação do professor pesquisador no laboratório de informática.

O quadro 6 (localizado na próxima página) descreve as fases desta primeira etapa.

	FASES	COM O SCRATCH	OBJETIVOS	JUSTIFICATIVA
<b>1ª ETAPA</b>	<b>Programações orientadas (1ª fase)</b>	<p>- Distribuição do Tutorial e “Guião” do <i>software</i> Scratch.</p> <p>COMANDOS: Cenários, personagens, controle, movimentos, aparência e som.</p> <p>TAREFA: Explorar o <i>software</i> elaborando programações “simples” e livres com a mediação do professor e observações no tutorial e Guião.</p>	<p>- Explorar os comandos básicos do <i>software</i> Scratch através do tutorial e do Guião;</p> <p>- Realizar programações de baixa complexidade, usando comandos básicos do Scratch;</p> <p>- Familiarizar-se com os comandos de programação;</p> <p>- Exercitar a criatividade, imaginação e iniciativa.</p>	<p>A fluência no <i>software</i>, principalmente de seus comandos básicos, é fundamental para programações mais complexas e para o prosseguimento das atividades futuras do projeto.</p>
	<b>Criando “histórias” (2ª fase)</b>	<p>RECURSOS: Cenários, personagens. Comandos: controle, movimentos, aparência, som, operadores, caneta, sensores e variáveis.</p> <p>TAREFA: construir “histórias”</p>	<p>- Familiarizar-se com os comandos do <i>software</i> para a elaboração da programação;</p> <p>- Utilizar os comandos “operadores” (+, -, x, /, &gt;, &lt;, =, e, ou);</p> <p>- Utilizar os comandos “caneta”, “sensores” e “variáveis”;</p> <p>- Programar situações/histórias;</p> <p>- Exercitar a criatividade, imaginação e autonomia.</p>	<p>Ao executar a tarefa “criar histórias”, o aluno exercitará o raciocínio lógico da programação, a imaginação, a investigação e a criatividade, além da introdução dos comandos “caneta”, “sensores” e “variáveis”, importantes nas construções de programações futuras e mais complexas.</p>
	<b>Socialização (3ª fase)</b>	<p>Apresentar as programações realizadas.</p>	<p>- Socializar as atividades elaboradas com as turmas participantes da pesquisa.</p>	<p>- As apresentações das produções realizadas pelos próprios alunos é muito importante para a consolidação do projeto e principalmente para a afirmação dos alunos como sujeitos autônomos, criativos e investigativos.</p>

Quadro 6: Fases referentes a 1ª etapa da pesquisa

Durante esta etapa, os alunos realizaram várias programações mediadas pelo professor e com o apoio do “Guião” (está no apêndice B) utilizando para isso comandos de várias ordens (“movimento”, “operadores”, “aparência”, “variáveis”, etc.).

A figura 21 mostra uma programação elaborada nesta etapa da pesquisa, utilizando alguns comandos do *software* Scratch.



Figura 21: Programação utilizando comandos “controle” e “movimento”  
Fonte: Arquivos do autor.

A figura 22 representa uma programação que utilizou os comandos “operadores”, que na linguagem Scratch são necessários para a construção e/ou organização de sentenças matemáticas (numéricas e algébricas).

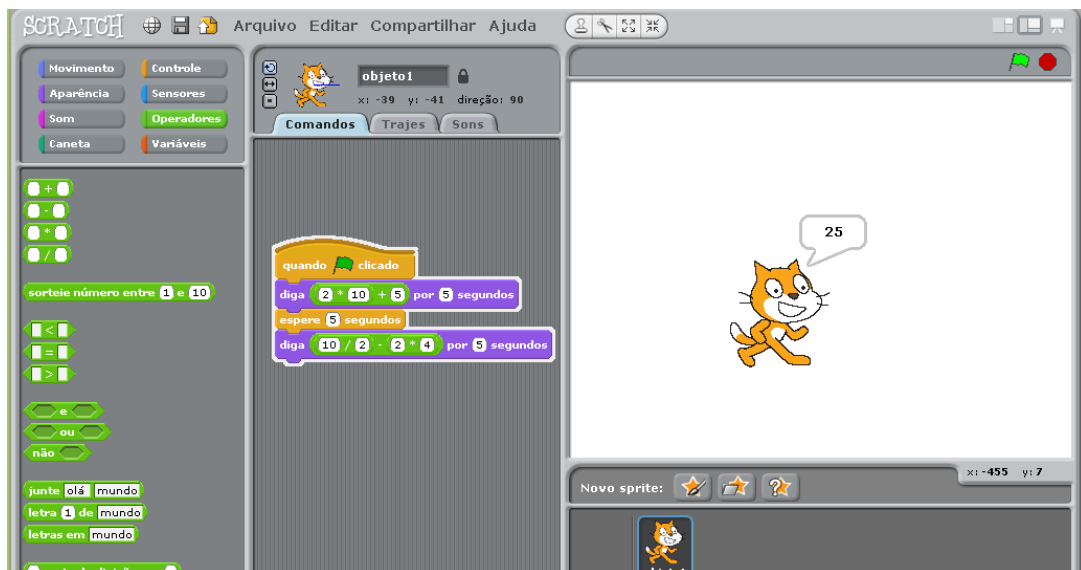


Figura 22: Programação utilizando comandos que expressam ideia ou sentido matemático



Outro objetivo desta primeira etapa, além dos já mencionados, foi instrumentalizar o aluno no *software* para que ele tivesse condições de realizar as atividades posteriores previstas para a segunda etapa da pesquisa cujo objetivo é verificar as potencialidades do *software* no processo de construção, pelos próprios alunos, de conceitos da função através da elaboração de objetos de aprendizagem na linguagem de programação Scratch. Devido a estas características, esta primeira etapa não foi utilizada como instrumento de análise dos dados.

Na segunda etapa da pesquisa e de acordo com Tonezer (2008), o aluno estará em processo de autoria de *objetos* e poderá produzir ou não, como resultado deste processo, um objeto de aprendizagem, como uma representação computacional de sua curiosidade, de seu desejo de aprendizagem. Desta forma e ainda de acordo com Tonezer, utilizou-se para esta pesquisa o termo “objeto de aprendizagem” para identificar o produto final do processo de autoria e “objeto” para designar as produções dos alunos durante o processo de autoria.

A pesquisa buscou nesta etapa, construir através de quatro atividades diferentes os seguintes conceitos matemáticos específicos da função, através da elaboração de objetos de aprendizagem: a ideia de função; função inversa; caso particular de domínio da função; assuntos relacionados ao plano cartesiano, de acordo com a sequência trazida pelos livros didáticos analisados. Com o assunto “ideia de função” buscou-se construir conceitos de variáveis e dependência entre as variáveis, ou seja, conceituar variáveis dependentes e independentes, além dos conceitos de domínio, imagem de uma função e função inversa. No caso particular de domínio da função os alunos foram desafiados, em uma dada situação, a “selecionar” somente valores positivos para o domínio da função e buscou-se com esta situação, construir conceitos de “intervalo numérico” para a existência ou não da função. Por fim, com os assuntos relacionados ao plano cartesiano buscou-se construir o conceito de ponto e par ordenado, seguindo a ordem organizada pelos livros didáticos utilizados pelo pesquisador. Outros conceitos relacionados à função, além destes, foram trabalhados em sala de aula.

O quadro 7 descreve a segunda etapa da pesquisa.

	Conteúdo	Atividades	Conceitos	Objetivo
2ª Etapa	Função	1	A ideia de função (domínio e imagem)	Construção, pelos alunos, desses conceitos através da criação de objetos de aprendizagem.
		2	A ideia de função (domínio e imagem) Função inversa	
		3	Domínio da função (caso particular)	
	Plano Cartesiano	4	Ponto (localização) Par Ordenado	

Quadro 7: Conteúdos, atividades e conceitos abordados na 2ª etapa da pesquisa

A segunda etapa aconteceu nos dois ambientes previstos para a realização da pesquisa, ou seja, na sala de aula e no laboratório de informática do colégio. A turma “E”, dos 78 períodos previstos para esta etapa, 22 deles aconteceram no laboratório de informática e os outros 56 na sala de aula. A turma “F”, por sua vez, teve 20 períodos no laboratório de informática e 57 na sala de aula. Já a turma “G”, dos 78 períodos previstos para esta etapa, 25 foram no laboratório de informática e os outros 53 na sala de aula.

A abordagem metodológica do assunto função e do assunto plano cartesiano e as atividades propostas aos alunos para a criação de objetos de aprendizagem que foram adotados pelo professor pesquisador serão discriminadas na sessão que segue.

### 3.2.4 Detalhamento da abordagem metodológica

Esta sessão tratará apenas da segunda etapa da pesquisa, que entre as ações necessárias a sua realização e as produções dos alunos, compreendeu o período de julho a novembro de 2014. A experiência com os alunos das três turmas E, F e G foi realizada no mesmo turno (tarde) e o desenvolvimento das atividades

transcorreram, ora na sala de aula, ora no laboratório de informática.

A linha mestra do desenvolvimento metodológico desta etapa da pesquisa se deu da seguinte forma: apresentação (introdução de um conteúdo como, por exemplo, a ideia de função) e discussão dos assuntos em sala de aula (através de análises de exemplos, situações-problemas, exercícios) com continuidade deste processo no laboratório de informática para a realização de atividades propostas pelo pesquisador com a utilização do Scratch. Cabe ressaltar que as análises realizadas pelo professor pesquisador foram feitas em cima dos trabalhos que os alunos realizaram no laboratório de informática, com o Scratch e não das atividades que os alunos realizaram na sala de aula.

A apresentação de vários exemplos e/ou problemas relacionados aos assuntos nortearam o processo da aprendizagem, pois segundo Vergnaud “é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança.” (VERGNAUD, 1993, p.1).

Tendo em vista o vasto campo conceitual que o assunto funções pode proporcionar e também pelo espaço que pode ser dispensado para a realização desta pesquisa no colégio, tendo em vista que outras vinte turmas concorriam para a ocupação do laboratório de informática onde *software* Scratch estava instalado, fez-se necessário, por parte do pesquisador, tratar nesta descrição apenas alguns assuntos para a análise do processo de aprendizagem com o aplicativo Scratch, os quais já foram descritos no quadro 7. Sendo assim, a pesquisa não tratará de uma sequência didática que envolve o assunto funções na sua totalidade ou de forma ampla, mas de uma sequência didática de “partes” deste assunto, mas que não deixa de compreender um conjunto de propostas relacionadas ao conteúdo funções, com uma ordem de desenvolvimento.

Para a análise das produções dos alunos o critério adotado foi considerar uma dupla de cada turma que participou da pesquisa, selecionando as duplas que tiveram maior frequência nas aulas e na sequência, as programações que estão mais completas considerando a atividade proposta. As duplas são identificadas como E24,E28, F2,F9, G3,G6, respectivamente, e pertence às turmas E, F e G. Priorizou-se para essa análise, o potencial do *software* Scratch no processo da aprendizagem com o intuito de responder ao problema central da pesquisa: *Como a utilização do software de programação Scratch, através da criação de objetos de*

*aprendizagem, pode contribuir na construção das relações funcionais ?*

A organização dos alunos para as atividades na sala de aula se deu através de atividades individuais e em grupos, com exposição e discussão com os alunos do conteúdo trabalhado com materiais impressos ou na lousa. Já para as atividades no laboratório de informática com a utilização do Scratch, os alunos foram organizados inicialmente em duplas conforme seus desejos e/ou afinidades, fato este que não se manteve no decorrer da pesquisa devido às entradas e saídas (transferências realizadas pelo colégio) de alunos nas turmas. A figura 23 mostra os alunos, em duplas, durante a realização de uma atividade no laboratório de informática:



Figura 23: Alunos no laboratório de informática do colégio durante a realização de uma atividade

### 3.2.5 A sequência das atividades

As quatro atividades realizadas com os alunos estão divididas por assuntos, conforme consta no quadro 7 da sessão anterior. Cada assunto é apresentado a partir dos seguintes tópicos: em sala de aula; questões/situações; questionamentos; com o Scratch; objetivos.

#### - Assunto

Apresenta o assunto que será abordado com os alunos na atividade, podendo

ser específico da programação ou não. Apresenta também os assuntos que de certa forma se relacionam com a atividade.

- Em sala de aula

Descreve algumas atividades realizadas em sala de aula durante os períodos de Matemática com o uso de recursos como o giz, quadro, folhas de exercícios, sem fazer uso do *software* Scratch.

- Questões/situações

Relação de algumas questões/situações propostas aos alunos e que foram discutidas coletivamente no âmbito do grupo, à medida que avançavam com as programações no Scratch. Estas questões podem ter sido feitas na sala de aula ou no laboratório de informática.

- Com o Scratch

Descreve as atividades (ou desafios) que devem ser realizadas com o *software* no laboratório de informática. Sugere comandos para a realização das tarefas e enuncia questões discutidas coletivamente ou individualmente na medida em que se avança com as atividades. Pode conter explicações (aporte) mais detalhadas das programações.

- Objetivos

Enuncia os objetivos específicos que se pretende atingir com a realização da atividade.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo apresenta o detalhamento e a análise do processo de criação de objetos de aprendizagem pelos alunos através da descrição dos dados coletados e a interpretação destes, em uma abordagem qualitativa.

Em cada atividade é descrito inicialmente o conteúdo matemático abordado e um resumo da sua proposta e seus objetivos. São apresentadas na sequência as produções dos alunos, um panorama geral do desenvolvimento de cada atividade nas turmas e as análises dos dados coletados feitas a partir das teorias que embasam a pesquisa.

### 4.1 Atividade 01:

A ideia de função:

**Sinopse:** O objetivo dos objetos de aprendizagem desta atividade é fazer com que a cada valor atribuído (digitado) para a variável “x” (km rodados), seja atribuído um único valor correspondente para a variável “y” (valor a pagar em reais), representando essa correspondência através de uma tabela que os associem. Os personagens e cenários foram de escolha dos alunos.

O seguinte problema foi apresentado aos alunos:

*“Pedro é taxista e cobra R\$ 1,50 por km rodado, além de R\$ 5,00 fixos pela bandeirada. Quanto Pedro irá cobrar de um cliente que andar 30 km em seu táxi?”*

4.1.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G

### A programação1

Produção: Alunos E24 e E28

### Personagens e cenário

valter e pietra (a)

x 5  
y 12.5

Domínio (x)		Imagem (y)	
1	0	1	5.0
2	1	2	6.5
3	3	3	9.5
4	3	4	9.5
5	4	5	11.0
6	5	6	12.5

comprimento: 6

quantos Km você quer andar ?

Figura 24: Produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade.

Fonte: Arquivos do autor.

A dupla de alunos E24,E28 criou através do comando “criar uma variável” as variáveis “x” e “y” para representar, respectivamente, os quilômetros rodados e os valores a pagar. Houve uma articulação lógica entre os comandos “pergunte...e espere” que é a entrada de valores para a variável “x” por parte de quem usa o objeto de aprendizagem, o comando “resposta” que corresponde ao valor digitado pelo usuário e o comando “mude x para...” que substitui a variável “x” pelo valor digitado pelo usuário. Raciocínio semelhante se deu quando da utilização do comando “mude y para...” que objetivou substituir a variável “y” pelo valor do resultado vindo da expressão algébrica “ $5 + 1,5 \cdot \text{resposta}$ ” que foi estruturada por eles.

Para construir os conjuntos (tabelas) do “domínio” e da “imagem” da função, a dupla utilizou o comando “cria uma lista” denominando o conjunto do domínio da função por “domínio x” e o conjunto imagem da função por “imagem y”, conforme é observado na figura 25.

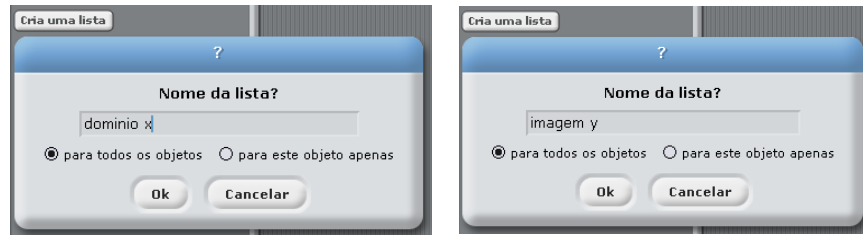


Figura 25: Comandos do Scratch com a função de criar tabelas (listas)

A programação atribui para a lista “domínio x” os valores digitados pelo usuário e para a lista “imagem y” os valores resultantes do comando “mude y para...”.

Por fim, o comando de recursividade “repita 10” gerou o número de vezes (neste caso específico, dez vezes) que o usuário pode “entrar” (atribuir) com valores para a variável “x”.

A figura 26 descreve, de forma sucinta, os passos que a dupla de alunos percorreu para criar o objeto de aprendizagem e explicita as funções dos comandos que foram utilizados.

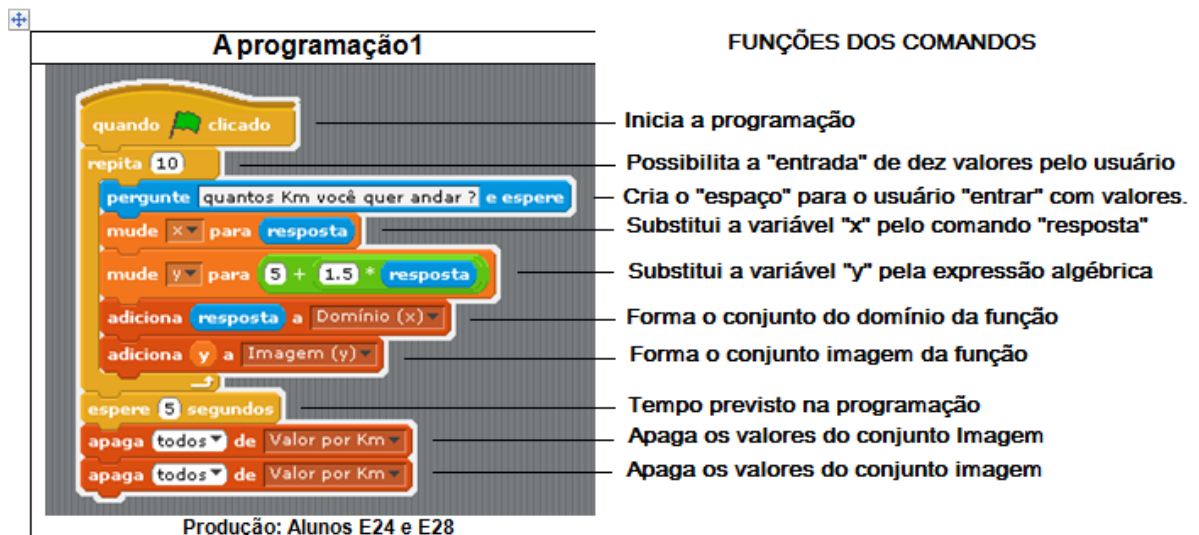


Figura 26: Produção da dupla de alunos E24,E28 referente à atividade 1 com as funções de cada comando



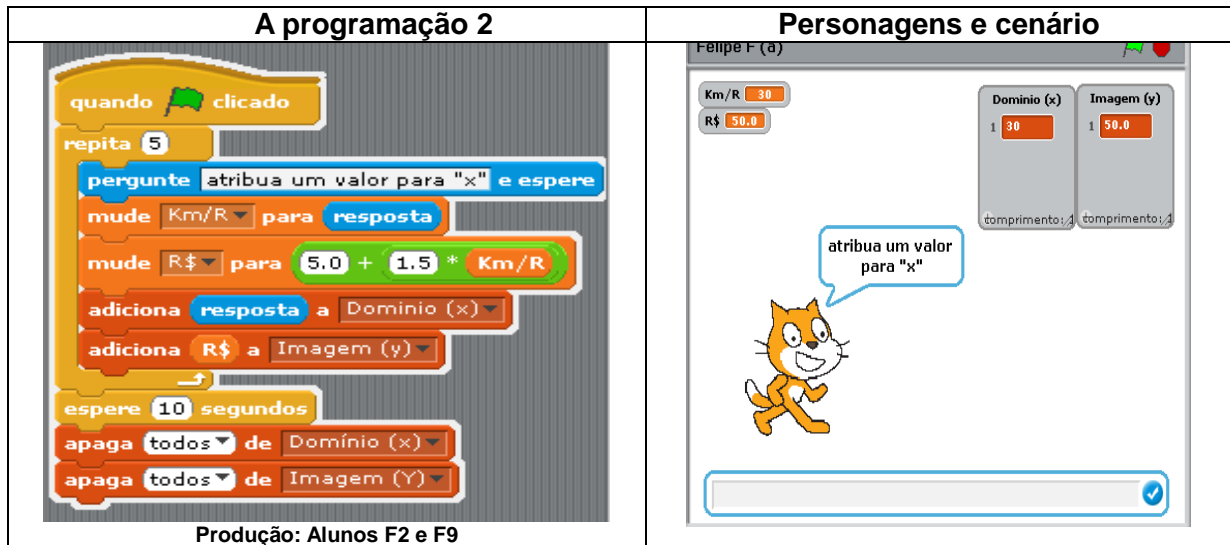


Figura 27: Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 1  
Fonte: Arquivos do autor.

Neste objeto de aprendizagem, a dupla de alunos F2,F9 criou através do comando “criar uma variável” as variáveis “km/R” e “R\$” ao invés de “x” e “y” para representar, respectivamente, os quilômetros rodados e os valores a pagar, como mostra a figura 28.

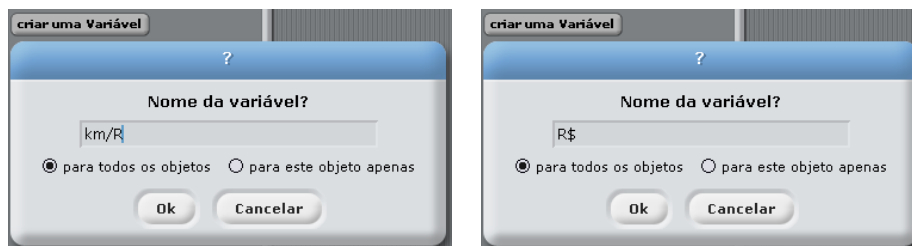


Figura 28: Comandos do Scratch com a função de criar variáveis

O objeto de aprendizagem construído por essa dupla, consta com o comando “repita 5”, ou seja, o comando de recursividade utilizado pela dupla de alunos “libera” cinco entradas de valores para a variável “km/R”, ao invés de dez como na programação 1 da figura 24.

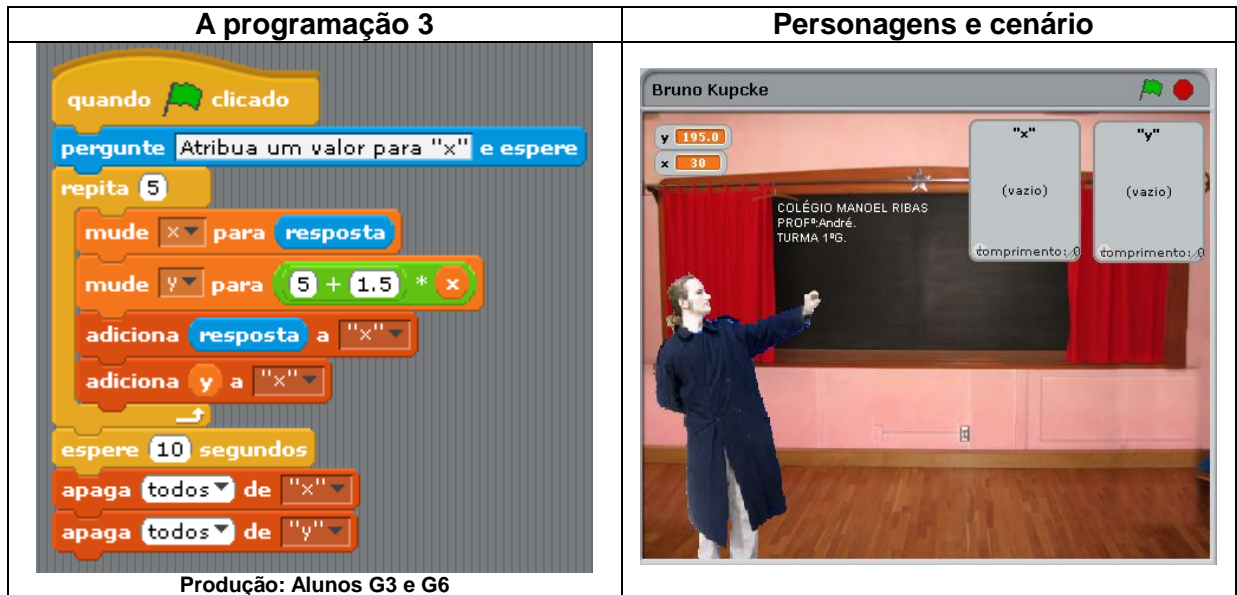


Figura 29: Produção da dupla de alunos G3 e G6 da atividade 1  
Fonte: Arquivos do autor.

Já o objeto construído pela dupla e G3,G6 não teve êxito, pois a estrutura algébrica construída por eles contempla, de forma parcial o objetivo proposto pela situação dada. Outro problema encontrado na programação relaciona-se ao fato dos valores de "y" serem adicionados ao conjunto (lista) "x", quando deveria ser direcionado para o outro conjunto (lista), ou seja, o conjunto dos valores de "y". A figura 30 apresenta esta situação.

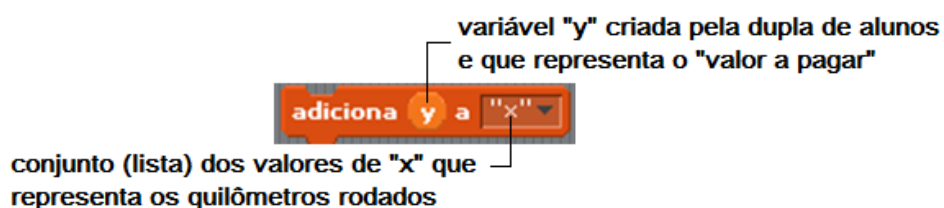


Figura 30: Comando organizado pela dupla G3,G6, na atividade 1, que insere a variável y no conjunto "x"

#### 4.1.2 Desenvolvimento da atividade 1 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise

As duplas de alunos em geral leram atentamente o problema proposto e logo entenderam o que lhes era solicitado. No entanto, tiveram muita dificuldade em começar a construir a programação. Na turma F, algumas duplas começaram realizar anotações no caderno, outras não tiveram iniciativa para começar a mexer nos comandos enquanto outras imediatamente arrastaram para a área de programação apenas o comando “quando clicado”, responsável para iniciar as programações. Tendo em vista esta situação, algumas indagações foram feitas então pelo professor pesquisador ao grupo de alunos presentes no laboratório de informática. Segue o diálogo:

- Professor: *O que o problema está solicitando?*
- Aluno F11: *O preço por trinta quilômetros.*
- Professor: *E como podemos determinar isso?*
- Aluno F11: *Fazendo uma fórmula*
- Professor: *Ok, então façam a expressão algébrica que define esta situação.*
- Aluno F5: *Como? No caderno professor?*
- Aluno F11: *É lá naquele comando verde né professor? (o aluno se referiu ao comando “operadores”).*

Como os comandos referentes à construção de expressões algébricas já haviam sido trabalhados na primeira etapa da pesquisa, os alunos da turma F aventuraram-se nesta construção, começando por este comando então, o desenvolvimento do objeto de aprendizagem.

Algumas duplas tiveram dificuldades na construção destas expressões, pois os comandos “operadores” precisam ser encaixados respeitando a ordem hierárquica das operações. Um exemplo de erro é o da dupla G3,G6, da turma G, que fez sua construção de forma equivocada ao construir a expressão numérica “5 + 1,5.30”, ou seja, neste caso específico, como estão estruturados os comandos, primeiro acontece a soma para só depois acontecer a multiplicação com o número

trinta, que originou o valor cento e noventa e cinco. A figura 31 explicita a estrutura construída pela dupla de alunos G3,G6:



Figura 31: Expressão algébrica organizada pela dupla G3,G6 na atividade 1 com os comandos do Scratch

Neste momento, oportunizou-se um diálogo entre os alunos e o professor pesquisador sobre os conteúdos de expressões numéricas e propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição.

Outra dificuldade encontrada pelos alunos (e que não foi mediado pelo professor pesquisador de maneira proposital) foi determinar qual o comando responsável pela “entrada” de valores. O aluno E9, após ter explorado vários comandos do Scratch, identificou o comando “pergunte...e espere”, responsável por essa função e que gera automaticamente outro comando, o “resposta”, que corresponde ao valor que o usuário digita (este comando não havia sido trabalhado na primeira etapa da pesquisa). A função do comando foi prontamente compartilhada com os demais alunos da turma. Uma observação relevante a ser feita é que essa forma de compartilhamento de informações entre os alunos se estendeu por todo o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, a descoberta de um, era compartilhada com os demais colegas da sua turma e das demais turmas, inclusive.

A dificuldade encontrada para a “entrada” de valores se repetiu com mesma intensidade quando foi necessário criar as variáveis correspondentes a “quilômetros rodados” e “valores a pagar” e também para a criação da tabela (os comandos necessários para estas construções também não foram abordados na primeira etapa da pesquisa). Nestas situações precisou-se mais uma vez da intervenção do professor pesquisador, fato que resultou no seguinte diálogo na turma E:

- Professor: *Pessoal, vocês precisam informar para o Scratch quais são as variáveis envolvidas nesta situação. Deem uma olhada no menu do programa e explorem cada um daqueles comandos (como o professor estava projetando na lousa o Scratch, indicou o local do menu onde deveriam explorar).*

- Aluno E24: *Só pode ser no comando “variáveis”. É lógico né professor.*

Após esta colocação, os demais alunos acessaram o comando “variáveis” que dá origem aos comandos, “criar uma variável” e “cria uma lista”, e que por sua vez, origina, respectivamente as telas “nome da variável” e “nome da lista”, a primeira define as variáveis que se deseja construir e a segunda tem a função de criar a tabela, conforme mostra as figuras 25 e 28.

Uma das fases da programação que mais requereram esforço e atenção dos alunos foi a compreensão do processo de substituição de variáveis na linguagem do Scratch. Esse processo é encontrado na figura 24 desta atividade através das construções “mude x para resposta”, “mude y para  $5 + 1,5 \cdot \text{resposta}$ ”, “adiciona resposta a Domínio (x)” e “adiciona y a Imagem (y)”. Explicando essas construções na ordem, “x” passa a ser definido por “resposta”, “y” passa a ser definido por “ $5 + 1,5 \cdot \text{resposta}$ ”, “resposta” é adicionada no conjunto (lista) dos valores de “x” (Domínio (x)) e os valores de “y” são adicionados no conjunto (lista) dos valores de “y” (Imagem (y)). A figura 32 mostra a programação da dupla de alunos E24, E28 e descreve esses processos de substituição:

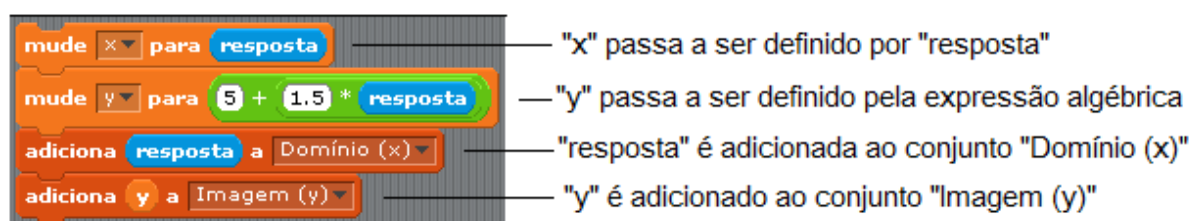


Figura 32: Substituições de variáveis através dos comandos “mude” e “adiciona” organizadas pela dupla de alunos E24, E28, na atividade 1

Os questionamentos e diálogos a seguir entre o professor pesquisador e alunos da turma E dão a noção destas dificuldades:

- E28: *Onde é que vai o comando verde?*(o aluno se referiu à expressão algébrica construída por eles).
- Professor: *O que representa para você o comando verde?*
- E28: *A fórmula que dá o valor de trinta quilômetros.*
- Professor: *E se quiséssemos saber o valor que pagaríamos por quarenta quilômetros, o que precisaríamos fazer?*
- E28: *Apagar o trinta e colocar o quarenta no lugar dele.*
- Professor: *E para cem quilômetros, o que deveríamos fazer então?*
- E28: *A mesma coisa.*
- Professor: *Como poderíamos então estruturar esta fórmula de maneira que cada aluno pudesse colocar o valor que desejasse?*

Após alguns minutos o aluno E29 sugeriu colocar o comando “resposta” na expressão algébrica, pois era o valor que as pessoas iriam atribuir para os quilômetros rodados. De modo análogo, se discutiu as outras substituições pertinentes nos outros comandos da programação, como por exemplo, “adiciona resposta a domínio x” para adicionar ao conjunto (lista) dos “x” os valores digitados pelos usuários.

O processo de construção dos objetos de aprendizagem desta atividade não foi contínuo, pois as aulas muitas vezes tiveram que ser interrompidas devido ao término do período, ficando para a próxima aula a continuidade deste processo de construção. Isso fez com que a produção do objeto de aprendizagem não se concretizasse em um só encontro.

O comando “repita” que, aliás, foi um dos últimos comandos a ser incorporado na programação e cuja função é a recursividade não gerou obstáculos durante a construção dos objetos de aprendizagem e foi de fácil compreensão nesta situação, talvez pelo fato dos alunos já o terem utilizado na primeira etapa da pesquisa. Este comando oportunizou uma reflexão sobre o conteúdo de domínio de uma função, conforme os questionamentos dos alunos que constam no diálogo que o professor pesquisador teve com a turma G:

- Professor: *Vocês estão construindo um objeto de aprendizagem que outros alunos poderão utilizar, certo? Quantas vezes esses alunos poderão atribuir valores para a variável "x"? Pensaram nisso?*

Segue o diálogo:

- G22: *Uma.*

- Professor: *Então você sugere construir um objeto de aprendizagem para uma pessoa usar somente uma vez?*

-G9: *Uma vez de cada vez professor.*

- Professor: *Sendo assim, a cada valor digitado pelo usuário no objeto de aprendizagem, se teria que recomeçar a programação, certo?*

- G9: *Sim.*

Os alunos não estavam lembrados do comando que poderia ser utilizado para esta situação e que foi abordado na primeira etapa da pesquisa. A aula teve que ser interrompida durante este diálogo. O professor pesquisador solicitou então que os alunos pesquisassem ou até procurassem nas programações da primeira etapa (pois alguns alunos gravaram as suas produções) o comando que poderia ser utilizado para responder ou solucionar o problema levantado.

Segue a continuação da discussão que começou na aula seguinte, mas com a ausência de alguns alunos que estavam presentes anteriormente e a presença de outros que estavam ausentes na primeira discussão. Houve primeiramente uma retomada pelo professor pesquisador, sobre o que se estava discutindo:

- Professor: *E aí pessoal, chegaram a uma conclusão sobre a nossa última discussão?*

- E28: *É aquele dos comandos amarelinho professor que parece uma boquinha.* (referindo-se ao comando "repita" e que ele já havia utilizado em programações da primeira etapa).

Após este compartilhamento a discussão instalada na aula anterior pode ser concluída e os demais alunos passaram então utilizá-lo nas suas construções. Os

alunos então entenderam que dependendo do número que se colocasse dentro do comando “repita”, seria a quantidade de vezes que os usuários poderiam utilizar o objeto de aprendizagem sem precisar reinicializá-lo, pois este comando cuja função é a recursividade, faz com que a pergunta “*quantos Km você quer andar?*” (figura 26) seja repetida dez vezes e dessa forma, oportuniza ao usuário digitar dez valores que correspondem à variável “x” (arte do domínio da função).

Ainda em relação à utilização deste comando nas construções dos objetos de aprendizagem desta atividade, surgiu do aluno F2 um questionamento bastante pertinente, que resultou no seguinte diálogo:

- F2: *Eu posso colocar número negativo dentro dele?*

- Professor: *O que representa o número que vai dentro deste comando, nesta nossa atividade?*

- F2: *As “vezes” que vai aparecer a pergunta para colocar o valor de “x”.* (o aluno se referiu ao número de oportunidades que o usuário poderá atribuir, neste caso, para valores que correspondem à variável “x”).

O aluno, em ato contínuo a sua colocação nem esperou outra intervenção do professor para responder seu próprio questionamento:

- F2: *Não, não pode ser negativo, porque é o número de vezes para digitar.*

A organização final da estrutura da programação (sequência de comandos encaixados) ficou a cargo dos próprios alunos. A eles foi apenas sugerido que observassem na tabela (listas) a correspondência correta entre os valores de “x” e “y”.

A resposta para a pergunta “*Quanto Pedro irá cobrar de um cliente que andar 30 km em seu táxi?*” pode ser observada quando a dupla de alunos digitou para a variável “x” o seu valor trinta e o seu valor correspondente pode ser observado na tabela, que foi criada por eles.

4.1.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade



Inicialmente as duplas de alunos em geral não souberam de imediato escolher os comandos do aplicativo Scratch que possibilitavam a construção do objeto de aprendizagem que foi proposto na atividade<sup>1</sup>. Sendo assim, a programação para atender aos objetivos propostos foi montada com bastante intervenção, até porque, alguns comandos estavam sendo apresentados pela primeira vez. Uma das classes de situações proposta por Vergnaud (1993, p. 6) é aquela em que o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias ao tratamento imediato da situação, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, a tentativas frustradas, levando-o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso. É o que parece estar explícito nesta situação problema tendo em vista as dificuldades relatadas nos questionamentos dos alunos nos diálogos do professor pesquisador bem como no tempo que precisou ser dedicado à sua construção, que foi de três períodos de quarenta e cinco minutos.

As conversas, na forma de questionamentos partindo do professor pesquisador, acerca do problema, auxiliaram as duplas de alunos na compreensão, escolha e encaixes de certos comandos. Os questionamentos eram feitos de maneira geral, o que os incentivava discutir entre si esclarecendo alguns fatos para os colegas e permitindo que quem havia compreendido explicasse para os demais.

É pertinente ressaltar neste momento, a importância que Vergnaud dá, didaticamente, ao papel da mediação no processo do ensino e da aprendizagem:

[...] atos de mediação do professor vão ter que acompanhar, pelo menos de vez em quando, o trabalho do aluno, jamais totalmente autônomo, seja o que for aquilo que desejamos. Esses atos de mediação tomam muitas vezes a forma de palavras, mas somente; um gesto do dedo apontando para o erro pode significar tanto quanto uma explicação. Contudo, as explicações são indispensáveis, e a forma predicada do conhecimento vem então socorrer a forma operatória que é o “esquema de pensamento”, com uma função vizinha, guardadas as proporções, daquela da linguagem da criança que aprende a falar, e cujas primeiras palavras e enunciados vem socorrer as primeiras invariantes operatórias construídas por ela, objetos e relações. (VERGNAUD, 2008, p.31).

É possível identificar durante a construção das programações, alguns comportamentos e ações que fazem parte dos esquemas proposto por Vergnaud, pois segundo ele, “[...] 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)

A seleção dos comandos pelos alunos observando a função dos mesmos, como por exemplo, na “descoberta” do comando “pergunte...e espere”, pelo aluno E9 (e que foi compartilhada para os demais alunos da turma), demonstra um pensamento pertinente à situação dada e de uma relevância grande no processo de construção desse objeto de aprendizagem, pois dele se deu a compreensão da constituição do conjunto de valores que poderão ser atribuídos à variável “x” e que constituirão o domínio da função, além de dar o acesso ao usuário do objeto de aprendizagem para que ele digite o valor desejado. Essa ação (escolha adequada do comando) está contida nos esquemas de pensamento do aluno que são as invariantes operatórias (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação). Para Moreira (2002), as invariantes operatórias dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação; são os conhecimentos contidos nos esquemas; são eles que constituem a base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e dela inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas.

Já o processo de executar a montagem da programação e encaixar corretamente os blocos de comando, como no caso da estrutura “repita 5” utilizada pela dupla de alunos F2,F9, pode reportar a um comportamento ou ação onde o aluno pode antecipar a ideia de que o conjunto dos valores de “x” será composto por cinco elementos (números). Para Vergnaud (1993), ações deste tipo fazem parte dos esquemas de pensamento e é definido por ele como metas a atingir e antecipações, ou seja, os alunos F2 e F9 descobriram, para esta situação, uma finalidade para o uso deste comando. Segundo Vergnaud (1993, p. 6), “um esquema não é um estereótipo, e, sim, uma função temporalizada de argumentos, que permitem gerar diferentes sequências de ações e tomadas de informações, em função dos valores das variáveis de situação”.

Os questionamentos, discussões e dúvidas no grupo de alunos como no caso da turma E quando surge a pergunta “*como poderíamos então estruturar esta fórmula de maneira que cada aluno pudesse colocar o valor que desejasse?*” pode evidenciar a compreensão ou não de qual(is)comando(s) pode(m) executar esta função e/ou promover sugestões que respondam tal pergunta. Essas inferências

(raciocínios) “são indispensáveis ao funcionamento do esquema em cada situação particular” (VERGNAUD, 1993, p. 6). As inferências fazem parte também dos esquemas de pensamento dos alunos que o auxiliam na resolução do problema/situação proposto à eles nesta atividade 1.

As ações e comportamentos acima descritos podem levar ao esquema esperado que é o da generalização dos valores que podem ser atribuídos para a variável “x” (quilômetros rodados), representado pelo comando “mude x para resposta” construído pelos alunos E24,E28 (figura 24). Outro exemplo onde este mesmo esquema pode ser observado é no diálogo que se estabeleceu entre o professor pesquisador e o aluno E29 quando este sugeriu colocar o comando “resposta” na expressão algébrica “5 + 1,5.resposta” para que ele correspondesse a qualquer número que fosse digitado pelo usuário do objeto de aprendizagem.

Já os comandos “mude R\$ para 5+1.5.Km/R” e “mude Km/R para resposta” utilizados pela dupla F2,F9 na sua construção (figura 27) apresentam os símbolos “R\$” e “Km/R” como sendo as representações simbólicas das variáveis que são necessárias para a construção do objeto de aprendizagem e que geralmente são representadas pelas letras “x” e “y”. Vergnaud (1993, p.18) afirma que “uma representação simbólica, uma palavra, ou um enunciado matemático tem sentido, ou vários sentidos, ou nenhum sentido para este ou aquele indivíduo”. Para a dupla de alunos F2 e F9, esses símbolos por ele evocados, fazem mais sentido que outros símbolos como “x” e “y” para representar os quilômetros rodados e os valores a pagar na situação que lhe foi proposta. “O sentido é uma relação do sujeito com as situações e o significante. Mais precisamente, os esquemas evocados no sujeito por uma situação ou por um significante constituem o sentido dessa situação [...]” (VERGNAUD, 1993, p.18).

O Scratch, através da sua linguagem de programação pode ajudar na compreensão dessa situação ao permitir representar um cenário próximo do real e dessa forma contribuir para a compreensão dos dados do problema, neste caso específico, conceitos da função, como o de criação e substituição de variáveis. Para Papert (1988, p. 93), “um segundo conceito chave da matemática, cuja compreensão é facilitada pela Tartaruga, é a ideia de variável: a ideia de usar um símbolo para dar nome a uma entidade desconhecida”. No Scratch, essa função é desempenhada pelo comando “criar uma variável”.

Uma das características do *software* Scratch é o fato de que as sequências dos comandos e as instruções podem ser modificadas mesmo com o programa em andamento, permitindo assim, a criação/experimentação de uma nova ideia, sem precisar recomeçar do início a programação. Os erros acontecidos durante a atividade na montagem das expressões algébricas, como no caso descrito da dupla de alunos G3 e G6, permitiram que os alunos reconstruíssem seu pensamento a partir do erro e da própria análise do seu processo de construção, até porque, “[...] quando se aprende a programar um computador dificilmente se acerta na primeira tentativa” (PAPERT, 1988, p. 39). Para Papert (1988, p. 141), “os erros são benéficos porque levam os alunos a estudarem o que aconteceu, a interpretar o que deu errado, e, através do entendimento, corrigi-lo” e o Scratch parece ter contribuído de forma significativa, através das características da sua linguagem, neste processo.

## 4.2 Atividade 02

### A ideia de função

**Sinopse:** O objetivo dos objetos de aprendizagem desta atividade é fazer com que a cada valor atribuído (digitado) para a variável “y” (valor a pagar), seja atribuído um único valor correspondente para a variável “x” (quilômetros rodados) representando essa correspondência através de uma tabela que os associem. Os personagens e cenários foram de escolha dos alunos.

O seguinte problema foi apresentado aos alunos:

*“Pedro é taxista e cobra R\$ 1,50 por km rodado, além de R\$ 5,00 fixos pela bandeirada. Com 95,00 é possível andar quantos quilômetros com este táxi?”*

4.2.1 Registro das produções das duplas de alunos E24/E28, F2/F9 e G3/G6 das turmas E, F e G

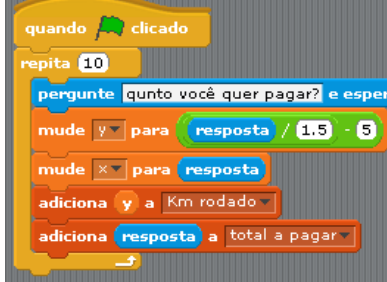
A programação 1 (passo 1)	Programação 1 (passo 2)	Programação1 (passo 3)
 <p>Alunos: E24 e E28</p>	 <p>Alunos: E24 e E28</p>	 <p>Alunos: E24 e E28</p>

Figura 33: Sequência da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2  
Fonte: Arquivos do autor.

Para melhor compreensão do processo de construção do objeto de aprendizagem da dupla de alunos E24,E28, o registro foi organizado, de forma resumida, em três passos sequenciais: passo 1, passo 2 e passo 3.

A dupla através do comando “criar variáveis” criou a variável “x” para representar o “valor a ser pago” e a variável “y” para representar os “quilômetros rodados”. A tabela (listas) foi criada através do comando “criar uma lista” e definida como “km rodado” para representar os valores de “y” e “total a pagar” para representar os valores de “x”. Houve uma conexão lógica entre os comandos “pergunte e espere” e “resposta” na medida em que se observou a correta utilização deste último comando para substituir o valor de “x”, formar parte do conjunto imagem (lista) do “total a pagar” e por último para substituir o valor de “x” na expressão algébrica que também foi construída pela dupla. Os passos 1, 2 e 3 (figura 33) mostram, nesta sequência, a evolução do pensamento da dupla na estruturação da expressão algébrica que solucionou a situação que lhes foi proposta.

Por fim, o comando de recursividade “repita 10” gerou o número de vezes (neste caso específico, dez vezes) que o usuário pode “entrar” (atribuir) com valores para a variável “x”, que neste caso representa “quanto se quer pagar”.

A programação 2	Personagens e cenário																				
<pre> quando clicado   repita 5     pergunte Atribua valor a "y" e espere     mude y para resposta     mude x para y - 5.0 / 1.5     adiciona y a Imagem (y)     adiciona x a Domínio (x) </pre> <p>Produção dos alunos: F2 e F9</p>	<p>Felipe F (b)</p> <p>Y 30 X 16.7</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Imagem (y)</th> <th colspan="2">Domínio (x)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>95</td><td>1</td><td>60.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>80</td><td>2</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>110</td><td>3</td><td>70.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>30</td><td>4</td><td>16.666 666666 66667</td></tr> </tbody> </table> <p>Atribua valor a "y"</p> <p>comprimento: 4    comprimento: 4</p> <p>Produção dos alunos: F2 e F9</p>	Imagem (y)		Domínio (x)		1	95	1	60.0	2	80	2	50.0	3	110	3	70.0	4	30	4	16.666 666666 66667
Imagem (y)		Domínio (x)																			
1	95	1	60.0																		
2	80	2	50.0																		
3	110	3	70.0																		
4	30	4	16.666 666666 66667																		

Figura 34: Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 2

Fonte: Arquivos do autor.

A dupla de alunos F2,F9 pensou diferente da dupla E24,E28 em relação à criação das variáveis. Aqui a variável criada “x” representa os “quilômetros rodados” que por sua vez, estão representados pela tabela (lista) “Domínio (x)” que foi elaborada a partir do comando “adiciona “x” a domínio (x)” e a variável criada “y” representa “o valor a ser pago” que estão representados pela tabela (lista) “Imagem (y)” que foi organizada através do comando “adiciona “y” a imagem (y)”. Os processos de substituição dessas variáveis nos comandos “mude x para”, “mude y para”, “adiciona y a” e “adiciona x a” foram executados de forma correta, utilizando para isso as suas respectivas representações simbólicas, ou seja, “resposta” para substituir a variável “y” e a própria letra “x” para representar os quilômetros rodados, como se pode perceber na programação 2, figura 34.

Outro aspecto a observar é a utilização do comando de recursividade “repita 5” para o número de vezes (neste caso específico, cinco vezes) que o usuário pode “entrar” (atribuir) com valores para a variável “y”, que neste caso representa “quanto se quer pagar”.

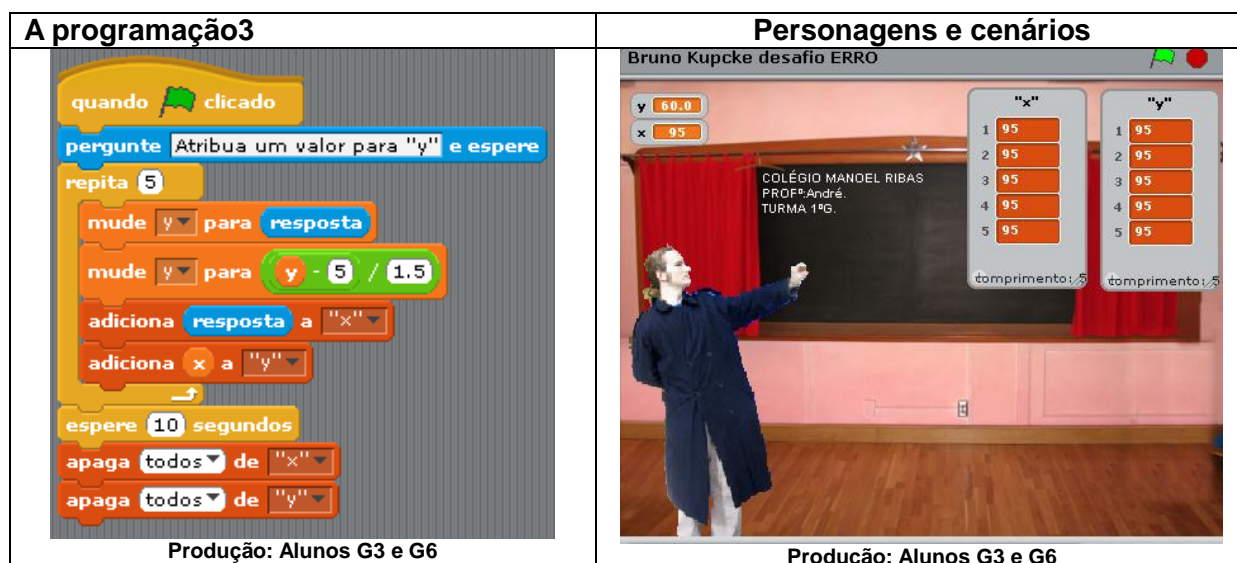


Figura 35: Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2

Fonte: Arquivos do autor.

Na produção deste objeto, a dupla de alunos G3,G6 criou através do comando “criar uma variável” as variáveis “x” e “y”. A expressão algébrica não foi construída corretamente, pois os processos de substituição das variáveis foram organizados de forma equivocada, não contemplando assim o que foi proposto na atividade. A tabela (listas) para a representação dos valores atribuídos às variáveis “x” e “y” foi organizada de maneira correta, porém, acabaram sendo preenchidas de forma errada, como se vê na figura 35, na coluna de cenários e personagens.

#### 4.2.2 Desenvolvimento da atividade 2 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise

A metodologia para a condução desta atividade seguiu os mesmos moldes da atividade 1, ou seja, as conversas, na forma de questionamentos partindo do professor pesquisador, acerca do problema, serviram de aporte às duplas de alunos na compreensão, escolha e encaixes de certos comandos. Os questionamentos eram feitos para as turmas de maneira geral, o que os incentivava discutir entre si esclarecendo alguns fatos para os colegas e permitindo que quem havia compreendido explicasse para os demais. O compartilhamento pelos alunos das

“descobertas” também foi percebido nesta atividade.

Como a situação-problema proposta para esta atividade foi de certa forma semelhante ao que foi proposto na atividade anterior, as construções aconteceram com menos intervenções do professor pesquisador, fato este considerado como fator positivo, pois observou-se um maior grau de autonomia dos alunos na construção dos objetos de aprendizagem, o que leva a acreditar que isto se deva ao fato dos alunos terem assimilado ou compreendido as funções dos comandos que ainda não dominavam por não terem sido trabalhados por eles na primeira etapa da pesquisa, como foi o caso dos comandos “pergunte...e espere”, “criar variáveis” e “cria listas”.

Na construção dos objetos de aprendizagem propostos para esta atividade, observou-se, de uma maneira geral, que as duplas das três turmas passaram a procurar no caderno situações semelhantes que foram dadas em sala de aula, tendo em vista que agora se deseja determinar a quantidade de km rodados em função do valor que se deseja pagar. A ação de consultar outro material (caderno) como aporte para a construção da programação ganhou respaldo do professor pesquisador, porém como orientação a resolução do problema seria feita no Scratch.

As maiores dificuldades encontradas pelas duplas de alunos nesta atividade foram os processos da construção da expressão algébrica e o processo de substituição de variáveis. A dupla de alunos E24,E28 encontrou dificuldade na construção de uma estrutura algébrica que solucionasse o problema proposto, precisando organizar vários esquemas até chegarem à estrutura correta.

Já dupla G3,G6 criou as variáveis “x” e “y” de forma correta, porém, utilizou apenas a variável “y” para representar as duas grandezas, ou seja, os “valores a pagar” e os “quilômetros rodados”. A figura 36 mostra esta situação:



uma só variável para representar o "valor a pagar" e os "quilômetros rodados".

Figura 36: Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2



Outro aspecto observado na produção desta dupla foi o fato da mesma estruturar de forma incorreta a substituição do comando “resposta” (valores atribuídos à variável “y” pelo usuário do objeto de aprendizagem) no comando “adiciona resposta a “x” para a construção da tabela dos valores correspondentes a “x”, como mostra a figura 37:

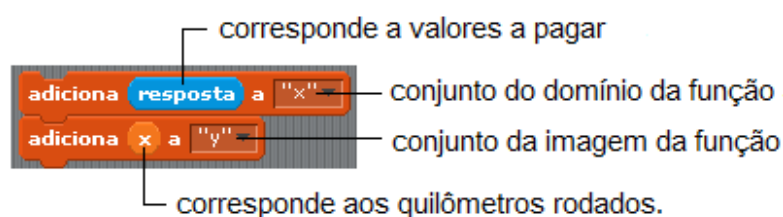


Figura 37: Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 2

Este esquema gerou uma tabela cuja correspondência entre as variáveis não está de acordo com a situação proposta.

#### 4.2.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade 2

Em relação à produção da dupla E24,E28 (figura 33), como não foi dito aos autores quais as representações simbólicas que poderiam ser atribuídas às variáveis, os mesmos utilizaram a representação simbólica “x” para definir o “valor a pagar” e a representação simbólica “y” para representar os “km rodados”.

É oportuno frisar que a dupla usou o comando “resposta” para ser a representação simbólica da variável que representa “x”, que por sua vez, representa o “valor a pagar”, conforme a organização que os mesmos estruturaram no comando “mude x para resposta”, descrito na figura 38:

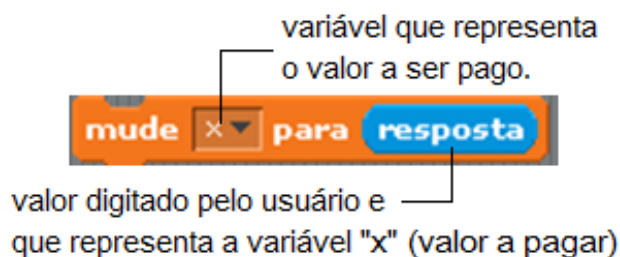


Figura 38: Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2  
 Fonte: Próprio autor.

Este esquema evocado na dupla por essa situação constitui o sentido dessa situação e deste significante, no caso o comando “resposta”, para essa dupla de alunos. O conceito-em-ação utilizado aqui foi a ideia de dependência/independência entre as variáveis “x” e “y”, ou seja, ao utilizarem o comando “pergunte...e espere”, a dupla criou a possibilidade da variável “x” (valor a pagar) assumir qualquer valor real e que posteriormente se relacionará, através da expressão algébrica por eles construída, ao valor correspondente aos quilômetros rodados (y). Esta categoria de pensamento foi bastante pertinente e relevante para a obtenção do sucesso na construção deste objeto de aprendizagem.

A questão da função dos significantes no pensamento e a da natureza dos esquemas que organizam o tratamento dos significantes, na compreensão e na produção, no caso específico deste objeto de aprendizagem, passa pelas funções cognitivas que são atribuídas às eles. Para Vergnaud (1993, p.18), essa função é tríplice, pois segundo ele, ajuda à designação e, portanto, à identificação das invariantes: objetos, propriedades, relações e teoremas; ajuda ao raciocínio e à inferência; ajuda à antecipação dos efeitos e metas, à planificação e ao controle da ação.

É o que parece ter acontecido. As representações simbólicas organizadas pela dupla de alunos E24,E28, evocadas pela situação proposta, ajudaram a relacionar a “resposta” que o usuário do objeto de aprendizagem poderá digitar ao “valor” que ele gostaria de gastar e quando organizou o comando “adiciona resposta a total a pagar” para relacionar a “resposta” ao conjunto dos valores de “y” (quilômetros rodados). A utilização deste último comando ajudou na antecipação dos efeitos e metas, como a de formar parte do conjunto imagem da função, no

momento em que a dupla delimitou o número de “entradas” para a variável “x”, através do comando “repita 10” e quando utilizou o comando “adiciona resposta a total a pagar”, conforme é observado na figura 39:

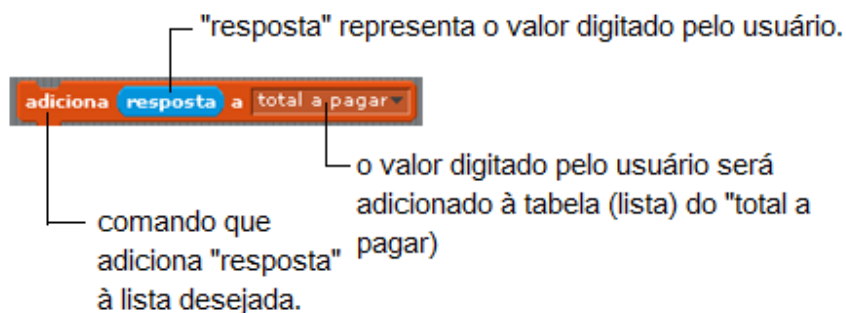


Figura 39: Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 2

A correta interpretação e tomada de informação na leitura da situação que lhes foi proposta, a busca de informações em documentos (caderno) e as combinações adequadas dessas informações para a operacionalização da construção e organização dos comandos, obedeceram a esquemas que funcionaram e que se relacionaram a essa classe de situação. Vergnaud (1993, p. 5) salienta que existem vários exemplos de esquemas na aprendizagem da Matemática e cada esquema se relaciona a uma classe de situação com características bem definidas, como foi o caso dos esquemas utilizados através dos comandos citados.

A dupla E24,E28 utilizou vários esquemas para construir a expressão algébrica capaz de responder ao que foi proposto na atividade. Como foi solicitado que priorizasse o *software* Scratch, a dupla recorreu aos comandos que tem a função de operacionalizar cálculos numéricos e estruturá-los em expressões, ou seja, o comando “operadores”. A figura 40 mostra através dos passos 1, 2 e 3 a sequência da evolução dessa construção, tendo no passo 3 a estrutura pronta e correta, seguidas das suas respectivas tabelas de correspondência de valores entre a duas variáveis: valor a pagar e km rodados.





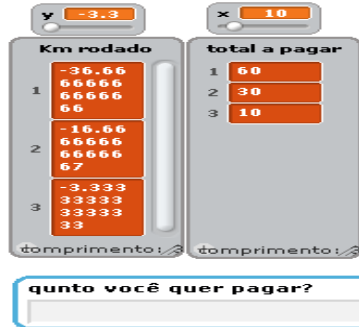
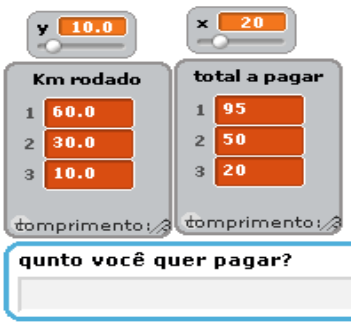
Passo 1	Passo 2	Passo 3
Expressão algébrica	Expressão algébrica	Expressão algébrica
		
A tabela de correspondência	A tabela de correspondência	A tabela de correspondência
		

Figura 40: Sequência da construção da expressão algébrica na produção da dupla E24,E28 da atividade 2

A dupla ao estruturar o comando “mude y para...”, como pode ser observado no passo 3 da figura 33, atribuiu à variável “y” o valor que resultará da expressão algébrica “ $(x - 5)/1,5$ ”. Porém, essa construção correta não se deu de forma imediata.

No passo 1 da figura 33, a dupla estruturou essa expressão algébrica de forma equivocada para definir o total de km rodados, ou seja:  $y = (x/1,5) - 5$ . Neste momento, o professor pesquisador solicitou que os alunos interpretassem com as suas próprias palavras o que eles haviam construído e solicitou ainda que observassem os resultados advindos dessa construção na tabela de correspondência das variáveis. O seguinte diálogo descreveu essa intervenção:

- Professor: *O que representa pra vocês o comando “resposta”?*
- E28: *O valor que ele quer pagar.*
- E24: *O valor de x.*
- Professor: *Então, como se pode observar na tabela, se uma pessoa pagar R\$ 10,00 poderá andar apenas 1,66 km neste táxi. O que vocês acham disso?*
- E24: *É, tem alguma coisa errada.*
- Professor: *Se vocês concluíram que a relação de correspondência não é lógica, como vocês vão proceder para determinar a relação correta?*

- E28: *É ao contrário da atividade 1, lá nós tínhamos que achar o “y” e aqui nós temos que achar o “x”.*

O esquema desenvolvido pelos alunos E24,E28 descrito no passo 1 da figura 33 não foi eficiente, pois não levou à uma correspondência lógica entre o valor a pagar e os km rodados. Segundo Vergnaud (1993) os esquemas, são em geral, eficazes, mas nem sempre efetivos. “Quando a criança utiliza um esquema ineficaz para determinada situação, a experiência a leva, seja a mudar de esquema, seja a modificar o esquema” (VERGNAUD, 1993, p. 3). Foi o que aconteceu com a dupla ao modificar o esquema, como descrito nos passos 2 e 3 da figura 33.

O método utilizado pela dupla de alunos para isolar a variável “y” e chegar até a expressão correta foi, em parte, por tentativas, pois a dupla realizou várias modificações com os comandos “operadores” e “resposta” até chegar à estrutura correta:  $y = (x - 5)/1,5$ . Observei que a cada estrutura montada, a dupla recorria à tabela de valores para verificar se a correspondência estava de acordo. Este processo foi em parte por tentativas, pois ao analisar a figura 33, percebe-se a utilização de esquemas envolvendo as operações inversas envolvidas na atividade 1. As tentativas envolviam a forma correta de escrever a função, processo este que estava relacionado à utilização de parênteses na expressão  $y = (x - 5)/1,5$ .

O funcionamento cognitivo dos alunos, segundo Vergnaud (1993, p. 3) envolve operações que se automatizam progressivamente (trocar o sinal quando se troca o membro, isolar x de um lado da igualdade). A manipulação dos comandos “operadores” e “resposta” até chegar à estrutura correta passa por esse processo, pois mesmo eles não terem sido feitos no caderno e/ou registrados em uma folha de rascunho, tiveram que ser utilizados no momento que os alunos alteravam a expressão, no Scratch. Ao ser questionado pelo professor sobre qual o momento certo em que a tabela estaria correta, o aluno E28 respondeu com a afirmação de que a atividade 2 era igual a atividade 1, através da seguinte colocação:

- E28: *Na atividade 1 nós dávamos valores pra “x” para determinar “y”, ou seja, lá, se x era 30, o y era 50. Agora aqui é só fazer o contrário, coloca 50 no lugar do x e vai arrumando a expressão algébrica até y ser 30.*

O que esteve em jogo neste esquema de pensamento, não foi uma mera testagem com o objetivo de se chegar a um determinado valor, neste caso 30, mas sim de como o computador pode gerar e oportunizar outras maneiras do aluno aprender. Para Papert (1993, p. 18), “[...] aprender a comunicar-se com um computador pode mudar a maneira como outras aprendizagens acontecem”.

Essa ação foi facilitada pelas características já descritas da linguagem de programação do Scratch, que permite a criação/experimentação de uma nova ideia sem precisar recomeçar do início a programação. Intuitivamente aqui, os alunos descobriram, em situação, novos aspectos e, ao mesmo tempo, eventuais novos esquemas.

A figura 41 descreve o esquema de pensamento evocado pelo aluno E28 por esta situação ao comparar a função construída na atividade 1 ( $y = 5 + 1,5 \cdot x$ ) com a utilizada na atividade 2 ( $y = (x - 5)/1,5$ ):

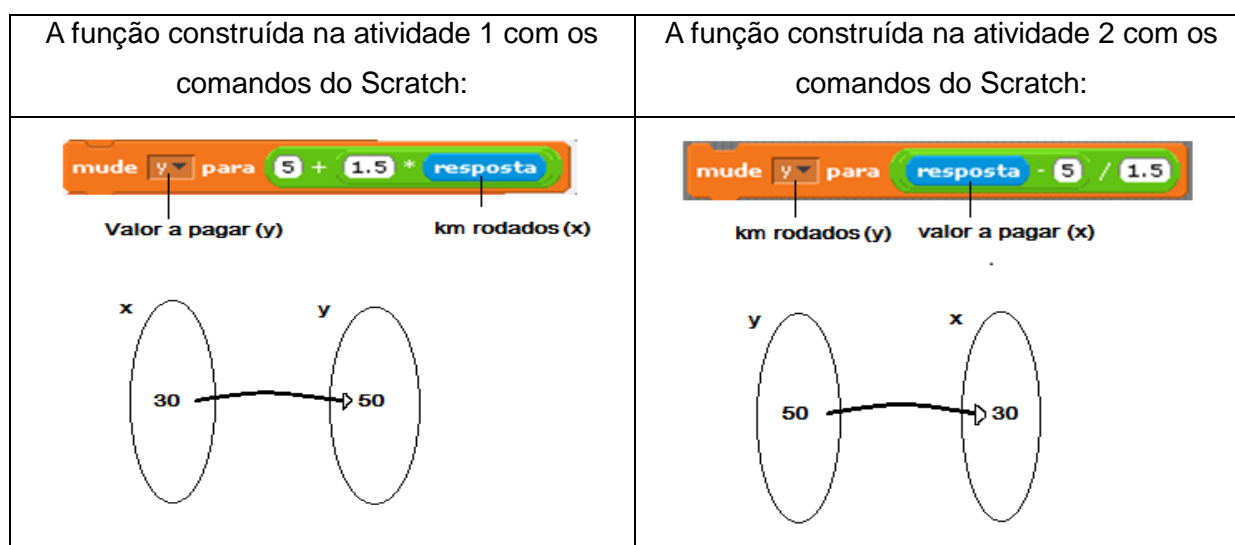


Figura 41: Representação do esquema de pensamento evocado pelo aluno E28 na atividade 2

O esquema utilizado pelo aluno E28 o levou ao teorema-em-ação que define o conceito de função inversa, ou seja, dada uma função  $f: A \rightarrow B$ , bijetora, denomina-se função inversa de  $f$  a função  $g: B \rightarrow A$ , tal que, se  $f(a) = b$ , então  $g(b) = a$ , com  $a \in A$  e  $b \in B$ .

Na construção do objeto de aprendizagem pela dupla F2,F9 pode-se afirmar

que, no decorrer do desenvolvimento das atividades 1 e 2, percebeu-se notável domínio dos alunos na criação de variáveis, nos processos de substituição de variáveis e na criação de parte dos conjuntos do domínio e imagem da função, esses dois últimos conceitos explicitados através do comando “repita 5”, que possibilita “cinco” entradas para o valores de “y” (valor a pagar) e que originaram, através da expressão algébrica, seus respectivos valores correspondentes. Segundo Vergnaud (1993), “a confiabilidade do esquema para o sujeito baseia-se, em última análise, no conhecimento que ele possui, explícito ou implícito, das relações entre o algoritmo e as características do problema a resolver” (VERGNAUD, 1993, p.3). Sendo assim, pode-se afirmar que as funções de cada comando utilizado pela dupla de alunos foram compreendidas e os comandos foram organizados de forma a contemplar o que foi proposto no problema.

A dupla G3,G6 através da construção dos comandos “adiciona resposta a x” e “adiciona x a y”, como mostra a figura 37, explicitou um problema conceitual que envolve o domínio e a imagem da função ao realizarem uma programação que atribuiu ao conjunto “x” (domínio) os valores que são digitados pelo usuário do objeto e ao conjunto “y” (imagem) os valores correspondentes a x.

Uma das características desta tecnologia é não cometer erros de sintaxe, já que não é necessário digitar o comando, pois o mesmo vem em forma de blocos em que basta arrastá-los. Do mesmo modo, os blocos são concebidos para serem encaixados; assim, não possibilitando encaixes com erros. Nesta programação, mesmo os comandos estarem encaixados, não significou que esses conceitos foram compreendidos pela dupla de alunos. Para Papert (1994, p. 81), não é usar a regra que resolve o problema; é pensar sobre o problema que promove a aprendizagem. Analogamente aqui, não basta encaixar os comandos corretamente; é pensar nas funções que os mesmos possuem e na sequência lógica para sua organização.

### **4.3 Atividade 03:**

Domínio da função (caso especial: domínio positivo)

**Sinopse:** O objetivo dos objetos de aprendizagem desta atividade é fazer com que a cada valor atribuído (digitado) para a variável “x” (km rodados), seja atribuído um único valor correspondente para a variável “y” (valor a pagar em reais), representando essa correspondência através de uma tabela que os associem. Os personagens e cenários foram de escolha dos alunos.

O seguinte problema foi apresentado aos alunos, seguido de um desafio:

*“Pedro é taxista e cobra R\$ 1,50 por km rodado, além de R\$ 5,00 fixos pela bandeirada”.*

**DESAFIO:** Construa um objeto de aprendizagem que seja possível atribuir valores somente positivos para variável “x”, já que esta variável, nesta situação, se refere a uma distância percorrida.

#### 4.3.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28 e G3,G6 das turmas E e G

A dupla de alunos G3,G6 criou as variáveis “x” e “y” e a tabela de correspondência entre elas utilizando os comandos “criar uma variável” e “cria uma lista”. A dupla inovou com quatro novos comandos que até então não haviam sido utilizados por eles nas atividades desta etapa da pesquisa: “diga...por dois segundos”; “vá para x:... y:...”; “se”; “x menor que zero”.



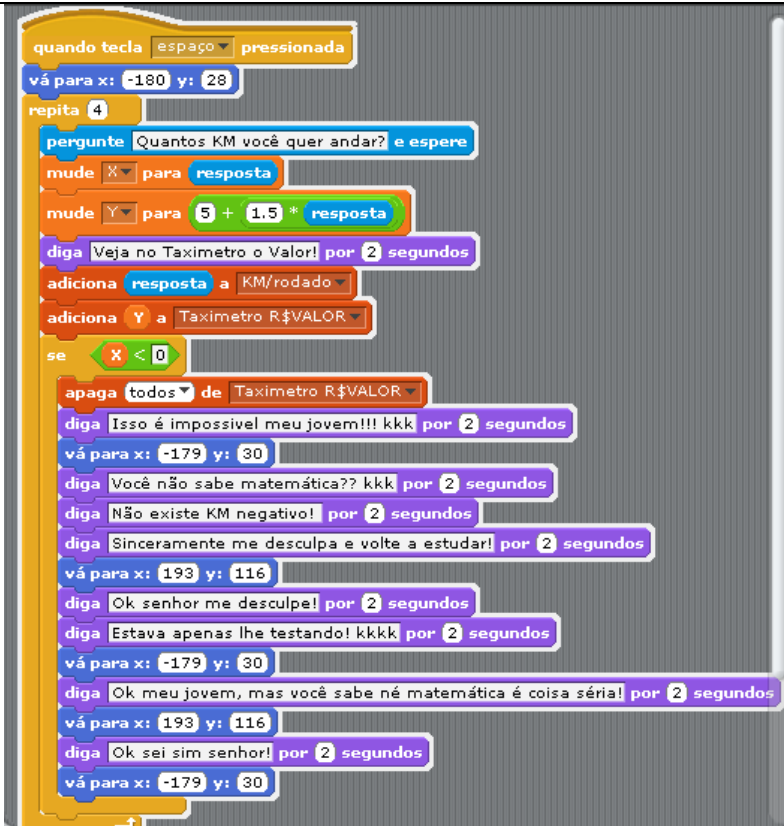

A programação 1	Personagens e cenários																
 <pre> quando tecla espaço pressionada vá para x: -180 y: 28 repita 4 pergunte Quantos KM você quer andar? e espere mude X para resposta mude Y para 5 + 1.5 * resposta diga Veja no Taximetro o Valor! por 2 segundos adiciona resposta a KM/rodado adiciona Y a Taximetro R\$VALOR se X &lt; 0   apaga todos de Taximetro R\$VALOR   diga Isso é impossível meu jovem!!! kkk por 2 segundos   vá para x: -179 y: 30   diga Você não sabe matemática?? kkk por 2 segundos   diga Não existe KM negativo! por 2 segundos   diga Sinceramente me desculpa e volte a estudar! por 2 segundos   vá para x: 193 y: 116   diga Ok senhor me desculpe! por 2 segundos   diga Estava apenas lhe testando! kkkk por 2 segundos   vá para x: -179 y: 30   diga Ok meu jovem, mas você sabe né matemática é coisa séria! por 2 segundos   vá para x: 193 y: 116   diga Ok sei sim senhor! por 2 segundos   vá para x: -179 y: 30 </pre> <p>Produção: alunos G3 e G6</p>	 <p>Bruno Kupcke2 PRONTO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">KM/rodado</th> <th colspan="2">Taximetro R\$VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>20,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>2</td> <td>35,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30</td> <td>3</td> <td>50,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Quantos KM você quer andar?</p> <p>Novo sprite: objeto2, palco</p>	KM/rodado		Taximetro R\$VALOR		1	10	1	20,0	2	20	2	35,0	3	30	3	50,0
KM/rodado		Taximetro R\$VALOR															
1	10	1	20,0														
2	20	2	35,0														
3	30	3	50,0														

Figura 42: Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3  
 Fonte: Arquivos do autor.

Além desses novos comandos, a dupla utilizou na programação o recurso do diálogo utilizando o personagem “objeto 2” para dar mais realismo ao objeto de aprendizagem e ajudar na compreensão do questionamento proposto no desafio.

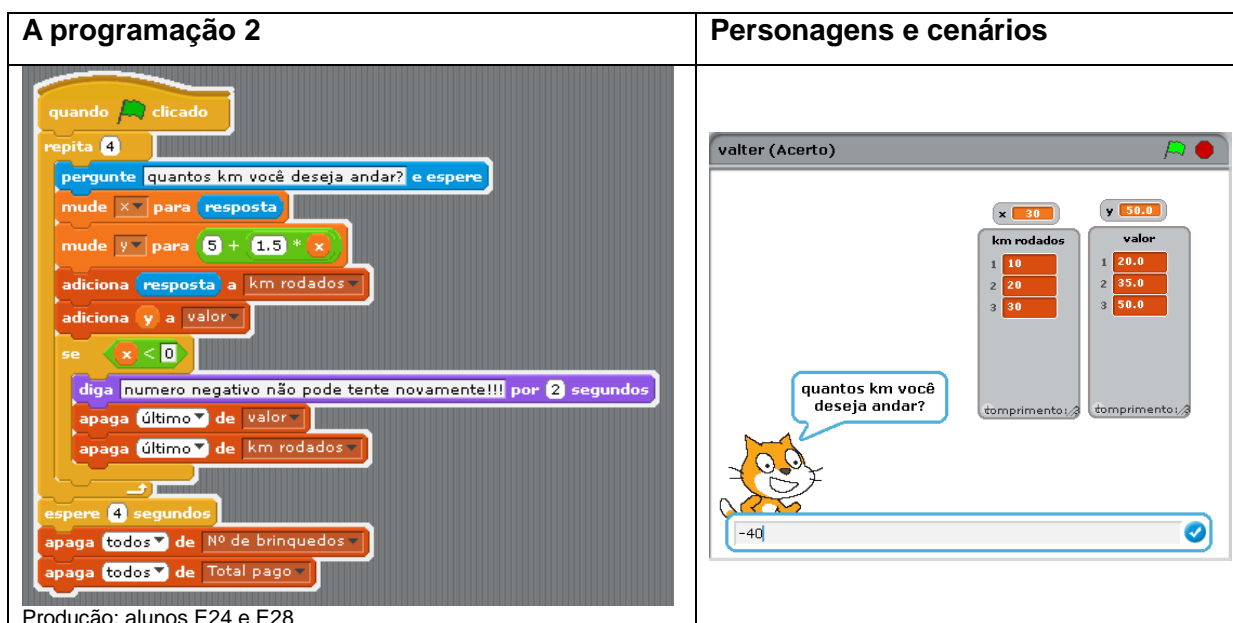


Figura 43: Produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3

Fonte: Arquivos do autor.

Esquema semelhante ao organizado pela dupla G3,G6 foi o que a dupla E24, E28 realizou ao utilizarem os comandos “x menor que zero” e “se” para a construção do objeto de aprendizagem.

#### 4.3.2 Desenvolvimento da atividade 3 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para a análise

Durante o processo, observa-se que os alunos discutiam entre si esclarecendo alguns fatos para os colegas e permitindo que quem havia compreendido explicasse para os demais. O compartilhamento pelos alunos das “descobertas” continuou sendo uma prática, porém, nesta atividade que teve um caráter desafiador, houve o mínimo de intervenções por parte do professor com o intuito de promover ainda mais a exploração de outros comandos do Scratch e a autonomia dos alunos.

A proposta de desenvolver a atividade em forma de desafio provocou certa disputa entre os alunos (este fato foi observado nas três turmas) no sentido de qual dupla conseguiria desenvolver o objeto de aprendizagem primeiro. Como o objetivo

da atividade não era esse, o professor pesquisador fez a seguinte intervenção na turma E, e que foi repetida nas outras duas turmas:

- Professor: *Vocês não precisam ter pressa e nem competir com os demais colegas e turmas. Lembro que o objetivo desta atividade é a construção do objeto de aprendizagem onde os valores de “x” devem ser necessariamente positivos e em caso do usuário digitar um número negativo, não poderá haver correspondência para este valor, na tabela.*

As ações de criar variáveis, tabelas de correspondências e substituição de variáveis não representaram mais obstáculos aos alunos das três turmas, de modo geral. Para a construção desta parte da programação, não houve qualquer intervenção e as pequenas dúvidas que ainda restavam foram sanadas entre eles mesmos. A grande dúvida ou obstáculo encontrado pelos alunos veio da intervenção do professor quando este disse: *“e em caso do usuário digitar um número negativo, não poderá haver correspondência para este valor, na tabela”*. Mais uma vez houve consulta por parte dos alunos em materiais como o caderno e o livro didático, porém sem sucesso tendo em vista que não havia exercício igual nestes materiais.

O desafio posto nesta atividade fez com que o aluno refletisse sobre a possibilidade do usuário do objeto de aprendizagem digitar um número positivo e também na possibilidade do usuário digitar um número negativo. Isso levou os alunos a pensarem em uma programação que fosse viável para estas duas situações. Por mais que os alunos tivessem entendido o que se estava solicitando, demonstraram, inicialmente, muitas incertezas. O diálogo que aconteceu com alunos da turma G descreve essa situação:

- Aluno G22: *Eu sei o que é pra fazer, mas eu não sei como fazer isso.*

- Professor: *Lembra do comando “sensores” que cria a pergunta para o usuário e que cria automaticamente o comando “resposta”?*

- Aluno G22: *Sim, então a “resposta” de quem digitar não pode ser negativa e os valores de “x” irão ser só os positivos (o aluno se referiu ao comando “resposta”).*

Desta colocação do aluno G22, o professor achou pertinente fazer mais uma intervenção para esta turma, e que também o levou a fazer nas outras duas:

- Professor: *O usuário pode sim digitar um valor negativo, mas o objeto de aprendizagem, através da programação que vocês deverão construir, deverá informá-lo de que isso não é possível.*

Os comandos “se” e “apaga de”, este último já utilizado (parcialmente) em programações anteriores pelos alunos, começaram, intuitivamente, a serem evocados pelos alunos, supostamente pela natureza da situação, do desafio que lhes foi proposto e pelas intervenções que foram feitas pelo professor. Durante a exploração do comando “apaga de”, o aluno E9 compartilhou com os demais colegas, o que havia descoberto, ou seja, outras funções deste comando que ainda não haviam sido trabalhadas anteriormente por eles nas duas etapas da pesquisa. Até então, este comando estava sendo utilizado com a função “apaga todos”, mas ao clicar com o botão direito do *mouse* sobre o comando, o aluno E9 identificou outras funções e possibilidades deste comando e que foram pertinentes para a resolução do desafio proposto para esta situação, conforme está explicitado na figura 44.

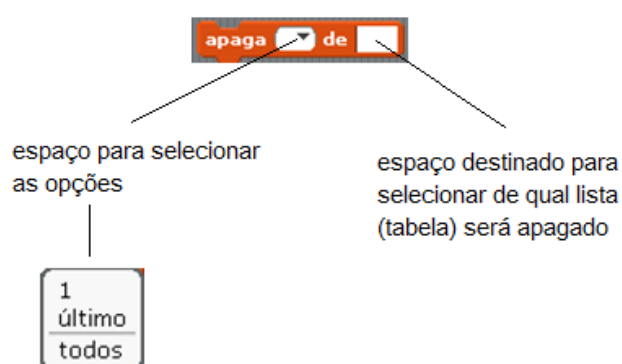


Figura 44: Funções do comando “apaga...de..” do Scratch

O compartilhamento desta “descoberta” pelo aluno E9 desencadeou uma série de considerações entre os alunos da turma E, as quais destaco:

- E19: *Então com este comando dá pra apagar um só valor da tabela.*
- E24: *Só aquele que a gente quiser. Antes a gente mandava apagar todos.*

Outra discussão importante aconteceu na turma G, agora em relação ao comando “se” após a intervenção do professor: “*O usuário pode sim digitar um valor negativo, mas o objeto de aprendizagem, através da programação que vocês deverão construir, deve informá-lo de que isso não é possível*”:

- G6: *Mas como assim, se ele digitar um valor negativo, vai aparecer o valor correspondente na tabela.*
- Professor: *Não necessariamente. É isso que vocês querem que aconteça?*
- G6: *Não, mas como que um número aparece na tabela do domínio e não vai aparecer na outra tabela?*
- Professor: *É nisso que temos que pensar e é isso que vocês devem construir.*
- G3: *Então se o valor é negativo não deve aparecer nada na outra tabela. É isso né professor?*

Como essas reflexões estavam sendo compartilhadas para toda a turma, o professor solicitou que o aluno G3 escrevesse no quadro essa sua colocação, pois entendia que ali estava, implicitamente, uma oportunidade dos alunos perceberem quais comandos desempenhariam a função de executar o que o aluno G3 acabara de falar: “*então se o valor é negativo não deve aparecer nada na outra tabela*”.

Não demorou muito para o aluno G5 expor a ideia de utilizar o comando “se” como uma condição necessária para a construção do objeto de aprendizagem, pois o aluno já havia utilizado este comando na primeira etapa da pesquisa.

#### 4.3.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28 e G3,G6 das turmas E e G com o Scratch da atividade 3

“A automatização, evidentemente, é uma das manifestações mais visíveis do

caráter invariante da organização da ação” (VERGNAUD, 1993, p. 3). As ações de “criar uma variável”, “criar uma lista”, estruturar a expressão algébrica, bem como os processos de substituição da “resposta” ou das próprias variáveis “x” e “y” na programação, através dos comandos “mude x para” e “mude y para”, agora sem ou com a mínima intervenção do professor, supostamente representa um processo de autonomia pelos alunos no domínio desses comandos e das funções que eles exercem dentro do objeto de aprendizagem. Sendo assim, alguns conceitos-em-ação como o de criar variáveis e o de substituição de variáveis, fundamentais para o processo de compreensão do conteúdo funções, foram evocados por essa situação e compreendidos por parte dos alunos.

Outra importante contribuição do Scratch na construção dos conceitos da função pode ser observada quando se propõe uma situação desafiadora, como é o caso desta atividade 3. A “descoberta” relatada pelo aluno E9 a respeito das outras funções do comando “apaga todos de”, e que foram fundamentais para a resolução do problema, revela o poder que o computador pode exercer no processo da aprendizagem. Segundo Papert (1994), “o Construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 1994, p. 125). A atividade, trazida na forma de desafio cativou e motivou os alunos, o que gerou uma procura (intuitiva) por comandos cujas funções resolvessem e solucionassem o problema. Isso foi ainda observado quando o aluno G5 evocou a utilização do comando “se” após uma intervenção que aconteceu dentro da sala de aula, durante o processo de construção do objeto de aprendizagem, pelo aluno G3: “*então se o valor é negativo não deve aparecer nada na outra tabela*”.

A pouca intervenção do professor pesquisador nesta atividade parece estar de acordo com o que Papert salienta sobre o Construcionismo, ou seja, “a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino”. (PAPAERT, 1993, p. 125). A maneira como os comandos estão disponibilizados na interface do Scratch e o dinamismo para a introdução desses comandos na área de programação facilitou o processo de construção do objeto de aprendizagem.

O esquema utilizado pela dupla de alunos G3,G6 foi o de criar, através do comando “se”, uma “condição” para que quando o usuário digitasse um valor negativo para “x”, os valores correspondentes à variável “y” fossem todos apagados,

o que solucionou, parcialmente, o problema proposto, tendo em vista que o conjunto imagem não irá preservar os valores que correspondem aos valores positivos que serão digitados pelo usuário. A figura 45 traz os comandos, com as suas funções, utilizados pela dupla G3,G6:

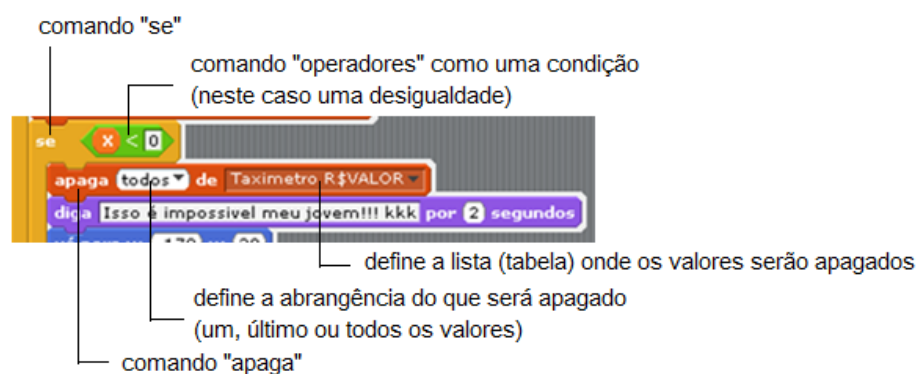


Figura 45: Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3.

Este esquema originou uma tabela de correspondência entre as variáveis “x” (KM rodados) e “y” (Taxímetro R\$ VALOR) onde não aparecem os valores negativos de “y” caso o usuário digite um valor negativo para a variável “x”. A figura 46 mostra os conjuntos do domínio (x) e imagem (y) da função, organizados pelos alunos G3,G6, após o usuário digitar um número negativo para a variável “x”:

X	Y
-40	-57.0
10	
20	
30	
-40	
	(vazio)

comprimento: 4 + comprimento: 0

Figura 46: Tabela de correspondência entre as variáveis x e y após a digitação de valor negativo para a variável x, na produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 3

Esquema semelhante, porém mais eficaz foi o desenvolvido pela dupla de alunos E24,E28. A dupla criou a condição de que quando o usuário digitar um valor menor que zero, será apagado apenas os últimos valores de “x” e “y” das tabelas através da utilização do comando “apaga último de...”. A figura 47 mostra a programação da dupla de alunos:

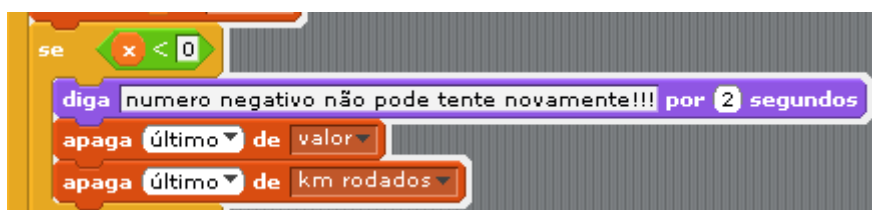


Figura 47: Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3

A figura 48 mostra as tabelas de parte do domínio (km rodados) e de parte da imagem (valor) após ser digitado um valor negativo para a variável “x”:

x		y	
km rodados		valor	
1	10	1	20.0
2	20	2	35.0
3	30	3	50.0

Figura 48: Tabela de correspondência entre as variáveis x e y após a digitação de valor negativo para a variável x, na produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 3

A ideia da automatização a qual foi referido anteriormente, também pode se estender ao comando “se”, levando em consideração o notório domínio dos alunos ao utilizarem este comando, e em particular à maneira como as duplas das turmas E



e G organizaram suas programações ao utilizá-lo. As figuras 45 e 47 ilustram os diferentes esquemas (caminhos) utilizados pelas duas duplas com a utilização deste comando “se”. Para Vergnaud (1993, p. 3), para uma classe de situações dadas, uma série de decisões conscientes também pode ser objeto de uma organização invariante. A automatização, aliás, não impede que o sujeito conserve o controle das condições sob as quais tal operação é ou não apropriada. É o que parece ter acontecido ao verificar que as duplas tomaram diferentes decisões sobre como apagar os valores de “x” e “y” quando o usuário digitar um valor negativo para a variável “x” e a linguagem do Scratch oportuniza ações deste tipo.

Outro teorema-em-ação evocado pelas duplas das turmas E e G foi o de intervalo numérico. Ao definir valores somente positivos para a variável “x”, tem-se um campo de domínio formado somente por valores que pertencem ao conjunto dos números inteiros não negativos ( $Z_+$ ), se considerarmos somente valores inteiros de quilômetros rodados. Esse teorema-em-ação pode ser verificado na fala do aluno G22 quando este fez a seguinte colocação: *“sim, então a “resposta” (referindo-se aqui ao comando) não pode ser negativa e os valores de “x” irão ser só os positivos.* O teorema-em-ação evocado pelo aluno fica ainda mais evidente quando ele utilizou o comando “repita quatro vezes” oportunizando usuário digitar, desta foram, somente quatro elementos do referido conjunto, limitando assim ainda mais o intervalo numérico do conjunto do domínio e imagem da função  $y = 5 + 1,5.x$ .

#### 4.4 Atividade 4

##### O plano cartesiano

**Sinopse:** O objetivo desta atividade foi desafiar os alunos a construírem um objeto de aprendizagem com o conteúdo Plano Cartesiano. Os personagens e cenários, bem como as histórias são de livre escolha dos alunos

4.4.1 Registro das produções das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G

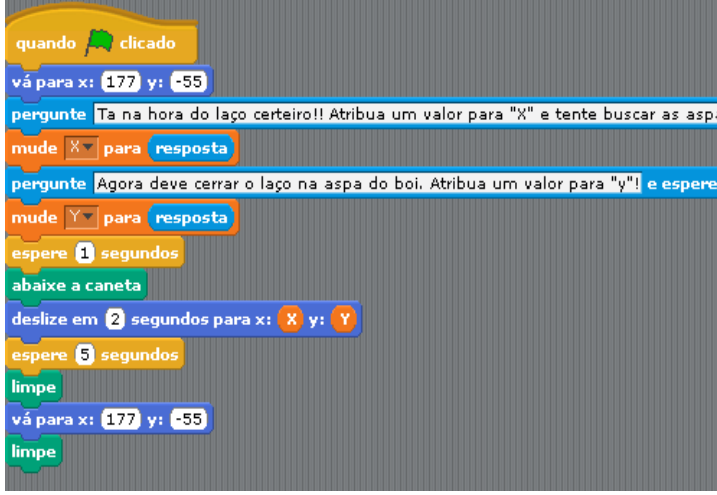
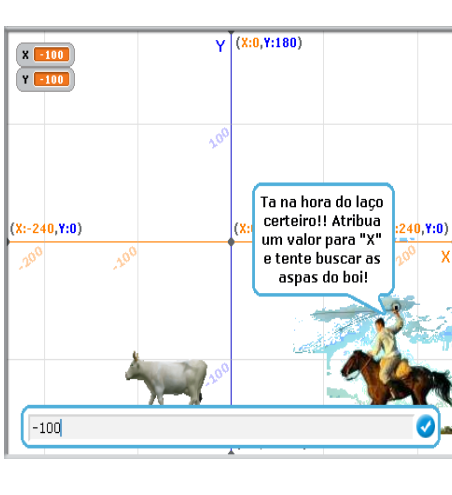
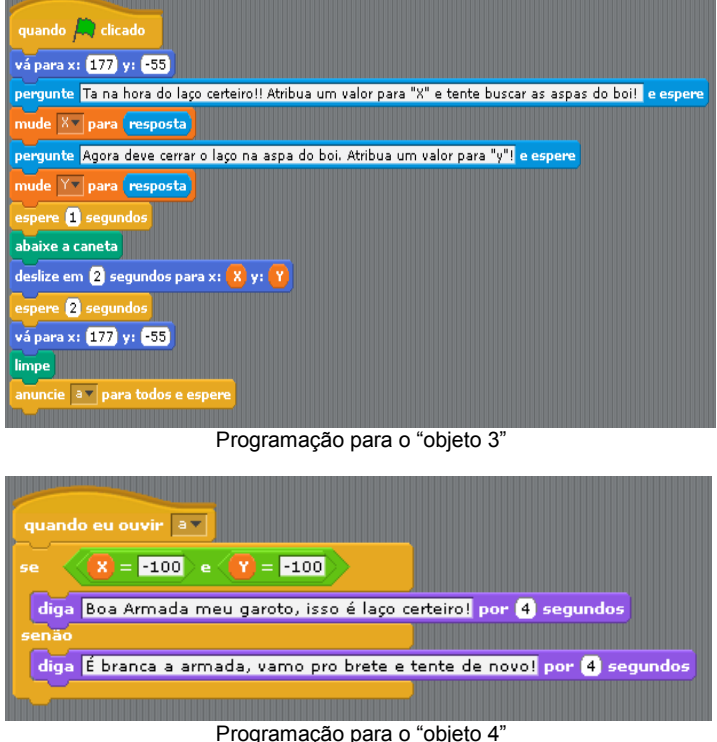

A PROGRAMAÇÃO 1: Passo 1	Personagens e cenários
	
A PROGRAMAÇÃO 1: Passo 2	Personagens e cenários
 <p>Programação para o "objeto 3"</p> <p>Produção dos alunos: F2 e F9</p>	

Figura 49: Produção da dupla de alunos F2,F9 da atividade 4  
Fonte: Arquivos do autor.

No passo 1, o objetivo do objeto de aprendizagem produzido pela dupla F2, F9 é fazer com que o "laço" saia da mão do ginete e vá em direção aos chifres do boi. Para isso, é necessário que sejam digitadas corretamente as coordenadas (x,y) onde os chifres estão. No passo 2, versão aperfeiçoada da programação 1, os alunos encorajaram-se e introduziram mais um personagem (objeto 4, o gaúcho locutor) e

atrelaram a este o comando “se senão” e as condições “ $x = -100$  e  $y = -100$ ” com o objetivo deste personagem participar do “jogo”. Neste objeto de aprendizagem foram usados os comandos “anuncie...para todos e espere” e “quando ouvir” para sincronizar as falas entre os personagens “objeto 3” e “objeto 4”. Além destes, os comandos “vá para  $x:... y:...$ ” e “deslize em...segundos para  $x:... y:...$ ” ganharam grande importância no desenvolvimento deste objeto de aprendizagem.

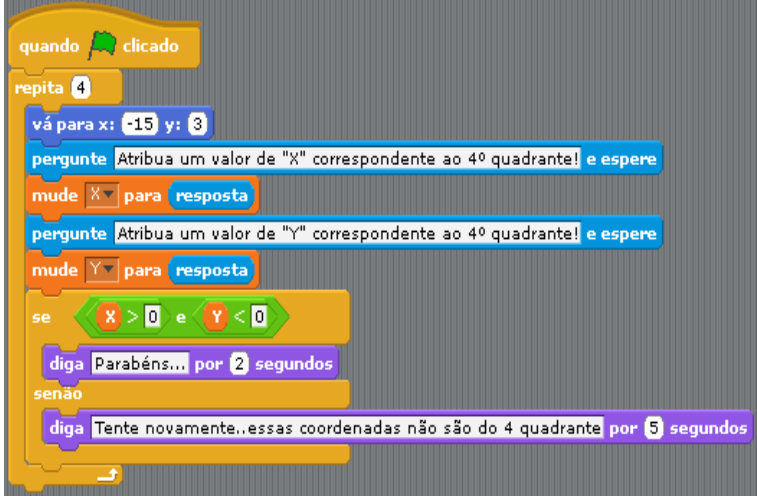
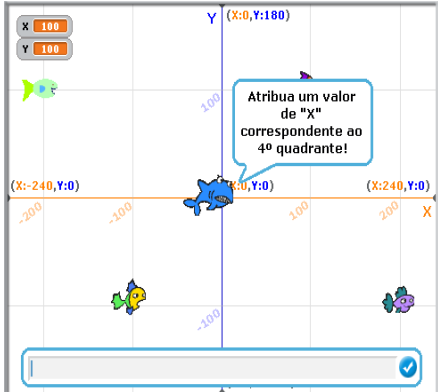
A programação 2	Personagens e cenário
 <pre> quando clicado   repita 4     vá para x: -15 y: 3     pergunte "Atribua um valor de 'x' correspondente ao 4º quadrante!" e espere     mude x para resposta     pergunte "Atribua um valor de 'y' correspondente ao 4º quadrante!" e espere     mude y para resposta     se (x &gt; 0 e y &lt; 0)       diga "Parabéns... por 2 segundos"     senão       diga "Tente novamente.. essas coordenadas não são do 4 quadrante por 5 segundos"   </pre> <p>Produção dos alunos: G3 e G6</p>	

Figura 50: Produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 4

Fonte: Arquivos do autor.

O objetivo do objeto de aprendizagem da dupla de alunos G3,G6 é fazer com que o personagem “tubarão” vá somente para uma determinada região do plano cartesiano, o quarto quadrante. A dupla de alunos usou o comando “se senão” e a condição “ $x > 0$  e  $y < 0$ ” para determinar a condição necessária para o usuário ter êxito no jogo. Neste objeto de aprendizagem foi utilizando a “recursividade” através do comando “repita” para limitar o número de possibilidades que usuário tem para digitar as coordenadas de “x” e “y”. A dupla G3,G6 utilizou os comandos “pergunte...e espere” com o objetivo de fazer o usuário digitar valores para “x” e “y” que levasse o personagem “tubarão” ao quarto quadrante, conforme está mostrado na figura 51:

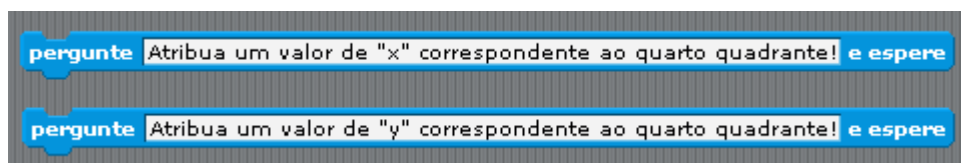


Figura 51: Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 4

Aqui, o comando “resposta” que aparece na figura 50 assume valores primeiro para a variável “x” e depois par a variável “y”.

A programação 3	Personagens e cenários
<p>quando clicado</p> <p>sempre</p> <p>vá para a camada de cima</p> <p>pergunte atribua um valor pra x e espere</p> <p>mude x para resposta</p> <p>pergunte atribua um valor pra y e espere</p> <p>mude y para resposta</p> <p>deslize em 3 segundos para x: x y: y</p> <p>se tocando em objeto2?</p> <p>diga parabéns você pousou com sucesso!!! por 2 segundos</p> <p>vá para x: 0 y: 0</p> <p>anuncie a para todos</p> <p>Programação para o “objeto 1”</p> <p>quando clicado vá para x: 100 y: 100</p> <p>quando clicado vá para x: -100 y: -100</p> <p>quando eu ouvir a vá para x: -100 y: 100</p> <p>quando eu ouvir a vá para x: 100 y: -100</p> <p>Programação para o “objeto 2” Programação para o “objeto 3”</p> <p>Produção dos alunos: E24 e E28</p>	<p>Personagens e cenários</p> <p>objeto1 objeto2 objeto3</p>

Figura 52: Produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 4

Fonte: Arquivos do autor.

Já o objetivo do objeto de aprendizagem da dupla de alunos E24,E28 é fazer com que o personagem helicóptero (objeto 1) pouse nos heliportos (objetos 2 e 3). Para isso, é necessário digitar as coordenadas (x,y) que são solicitadas pelo personagem helicóptero (objeto 1). Os alunos utilizaram os comandos “anuncie a

para todos e espere” e “quando ouvir a” para que as duas programações (uma para cada personagem/objeto) aconteçam com sincronia. Neste objeto de aprendizagem os objetos 2 e 3 (heliportos) assumem duas posições diferentes no Plano Cartesiano, após a primeira tentativa do usuário. Outro comando utilizado pela dupla e que foi fundamental para a organização do objeto de aprendizagem foi o comando “vá para x:... y:...”.

#### 4.4.2 Desenvolvimento da atividade 4 nas turmas E, F e G: aspectos significativos para análise

Esta atividade foi considerada pelo professor pesquisador como a atividade onde os alunos mais apreciaram. O caráter desafiador e a “liberdade” para escolha das estórias fizeram com que os encontros fossem momentos de discussão e trocas de ideias. A metodologia utilizada pelo professor pesquisador para a condução desse processo seguiu sendo a mesma utilizada nas atividades anteriores.

Durante o processo de construção destes objetos de aprendizagem, algumas ações adotadas pelos alunos ganharam destaque e importância na visão do professor pesquisador. A primeira delas diz respeito às estórias que os alunos trouxeram para servir de “pano de fundo” para a construção do objeto de aprendizagem. A dupla F2,F9, por exemplo, organizou seus estudos em cima de personagens e cenário da cultura gaúcha, ou seja, o ginete, o gado, o cavalo e simularam um rodeio como contexto. Isto se deu pelo fato da dupla de alunos pertencer a um Centro de Tradições Gaúchas (CTG) da cidade de Santa Maria. Magina (2005) salienta que a aquisição do conhecimento se dá, quase sempre, por meio de situações e problemas com as quais o aluno tem alguma familiaridade. Parece ter sido este o caso da desta dupla ao construírem um objeto de aprendizagem em cima daquilo que é significativo, gosta de fazer e faz parte do seu dia-a-dia.

Outro aspecto observado nesta atividade foi o esquema utilizado por alguns alunos ao evocarem o conceito-em-ação de substituição de variável para a organização dos pares ordenados. Aqui, igualmente ao que aconteceu nas

atividades 1, 2 e 3, os alunos criaram as variáveis “x” e “y” como sendo as coordenadas do par ordenado e não mais como sendo as variáveis que representassem “valores a pagar” ou “km rodados”. Esta construção deu-se sem a intervenção do professor pesquisador, nas três turmas.

O estudo do conteúdo do plano cartesiano foi ministrado, nas três turmas, da mesma forma como as outras atividades, ou seja, com atividades que se alternavam e se complementavam hora na sala de aula, hora no laboratório de informática com o Scratch. Um exemplo de atividade desenvolvida em sala de aula e que teve sua continuidade no laboratório de informática com o Scratch foi a localização de pares ordenados no plano cartesiano que o aplicativo Scratch dispõe. Esta atividade solicitou que os alunos fizessem a localização de alguns pontos que lhes foram dados e localizassem outros. A localização de pontos no plano cartesiano foi de fácil compreensão, supostamente pelo fato dos alunos, na primeira etapa da pesquisa, já terem abordado, implicitamente, este conteúdo, pois a base do *software* Scratch, principalmente para a movimentação dos personagens, se dá através de coordenadas, como mostra a figura 53:

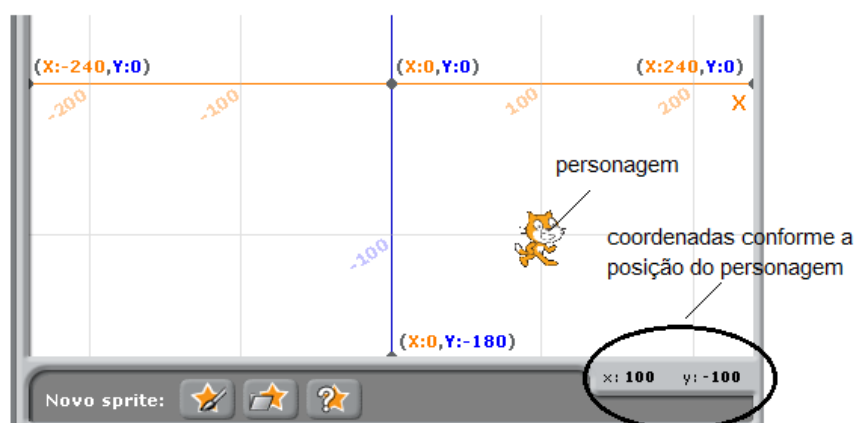


Figura 53: Cenário “plano cartesiano” do *software* Scratch  
Fonte: Próprio autor.

Conforme há a movimentação do personagem no cenário (plano cartesiano), dá-se, automaticamente as coordenadas da sua posição. No exemplo da figura 53, o personagem “gato” está na posição (100, -100). As experiências vividas na primeira etapa com os comandos do Scratch, principalmente aquelas onde foram utilizados

valores para “x” e “y” e as atividades desenvolvidas em sala de aula com este conteúdo, deram uma base para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem propostos para esta atividade, com este conteúdo.

Cabe ressaltar também, que comandos nunca antes trabalhados pelos alunos como, por exemplo, “tocando em...”, “tocando na cor...”, “vá para a camada de cima”, “limpe” e “abaixe a caneta”, foram explorados espontaneamente pelos alunos, sem a intervenção do professor pesquisador.

#### 4.4.3 Análise dos processos de construção dos objetos de aprendizagem das duplas de alunos E24,E28, F2,F9 e G3,G6 das turmas E, F e G com o Scratch da atividade 4

Alguns comandos constam nas programações das três duplas de alunos, como, por exemplo, o comando “vá para”. Esse comando desempenha funções iguais nessas programações, ou seja, levar um personagem até uma posição desejada e que é composta por um valor para “x” e outro para “y”. Porém, o comando “se senão”, que faz parte das programações das duplas de alunos (F2,F9 e G3,G6), foi organizado de maneira diferente tendo em vista a natureza do objeto de aprendizagem de cada dupla e também pelo repertório de conhecimento que cada dupla de alunos traz consigo.

Em relação a utilização do comando “se senão”, o esquema utilizado pela dupla de G3,G6 condicionou a ida do personagem “tubarão” ao quarto quadrante, somente se os valores digitados estivessem de acordo com a condição que eles criaram, ou seja, “ $x > 0$  e  $y < 0$ ”, caso contrário, o usuário deveria repetir o processo de digitação para as coordenadas “x” e “y”. Este esquema pode ser observado na figura 54:

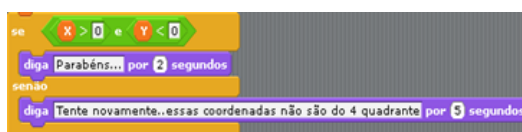


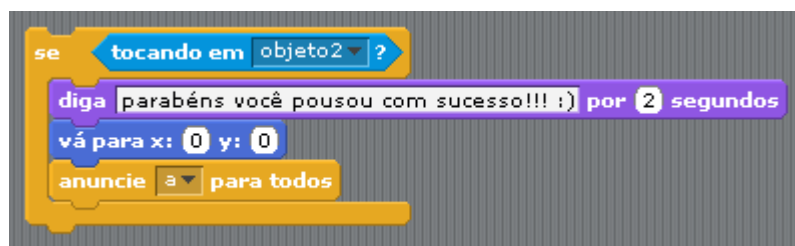
Figura 54: Recorte da produção da dupla de alunos G3,G6 da atividade 4  
Fonte: Dupla de alunos G3, G6.

A dupla ao abordar o problema proposto evocou o conceito de que para um par ordenado pertencer ao quarto quadrante, é preciso que o valor de “x” seja maior que zero e o valor de “y” seja menor que zero. Esse conceito foi explicitado pela dupla através da representação simbólica “ $x > 0$  e  $y < 0$ ”, disponível nos comandos “operadores” do Scratch.

Segundo Vergnaud (1993), “é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança”. (VERGNAUD, 1993, p. 1). O emprego de significantes explícitos (neste caso  $x > 0$  e  $y < 0$ ) é indispensável à conceitualização. Para Vergnaud (1993), um dos “pés” do tripé que define conceito é a representação simbólica, ou seja, “um conjunto das formas de linguagem (ou não) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante)”. (VERGNAUD, 1993, p. 8).

Já a dupla de alunos E24,E28 usou outra linha de pensamento usando o comando “se” que se assemelha muito às funções do comando “se senão”. No objeto de aprendizagem que construíram, utilizaram o comando “anuncie a para todos e espere” dentro do comando “se” para antecipar a ideia de que o “objeto 2” só irá para a posição (-100,100) depois que o “objeto 1” tocar o “objeto 2”, o mesmo acontecendo com o “objeto 3”, porém este, para a posição (100,-100). O comando “quando clicado” tem a função de dar início à execução da programação e como vemos, quando o usuário clicar sobre este comando, o “objeto 2” assume a posição (100,100) e o “objeto 3” a posição (-100,-100). A figura 55 mostra a organização destes comandos:





Programação para o “objeto 1”



Programação para o “objeto 2” Programação para o “objeto 3”

Figura 55: Recorte da produção da dupla de alunos E24,E28 da atividade 4  
 Fonte: Arquivos do autor.

Perguntados o porquê da utilização dos pontos de coordenadas cartesianas (100,100), (-100,100), (-100,-100) e (100,-100), o aluno E24 respondeu que “é *para ocupar os quatro quadrantes*”. Essa colocação evidencia um conceito-em-ação que foi evocado pela situação que é o das condições que um ponto pode pertencer em relação aos quadrantes do plano cartesiano e que não havia sido trabalhado anteriormente, de forma explícita, em sala de aula:

- 1º quadrante:  $x > 0$  e  $y > 0$ ;
- 2º quadrante:  $x < 0$  e  $y > 0$ ;
- 3º quadrante:  $x < 0$  e  $y < 0$ ;
- 4º quadrante:  $x > 0$  e  $y < 0$ .

Para Vergnaud (1993) “sempre há muito de implícito nos esquemas” (VERGNAUD, 1993, p 4) e é o que parece ter acontecido quando a dupla E24,E28 sistematizou os pontos (100,100), (-100,100), (-100,-100) e (100,-100) para ocupar os quatro quadrantes do plano cartesiano, mesmo não explicitando simbolicamente, esta ideia, conforme se vê na figura 55. Ainda segundo Vergnaud, “um esquema apoia-se sempre em uma conceitualização implícita” (VERGNAUD, 1993, p. 4).

Para Vergnaud (1993) “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). As inferências, raciocínios que permitem calcular as antecipações a partir das informações e invariantes operatórios de que dispõem os alunos ao utilizarem o comando “vá para x:... y:...”; as antecipações ao esperar certos efeitos ou certos eventos através do comando “anuncie a para todos e espere” e as regras de ação do tipo “se então” que são regras de busca de informação e controle dos resultados da ação através do comando “se senão” ou “se”, são ações que encontram sustentação na linguagem de programação do Scratch que por sua vez fornece as condições necessárias para a construção e a compreensão desses conceitos e que é capaz de estimular os elementos cognitivos dos alunos que fazem com a ação destes seja operatória.

É importante salientar que cada dupla de alunos, através das atividades (situações) comuns lhes que foram proporcionadas, e cujo objetivo foi construir as relações funcionais envolvendo o conteúdo funções, traçou percursos semelhantes durante os processos de construção dos objetos de aprendizagem. Isso aconteceu devido ao fato delas terem utilizados comandos de programação iguais neste processo. Porém, as conclusões a cerca das aprendizagens que cada dupla construiu podem ser descritas, de forma sucinta, pelos subcasos abaixo.

A dupla E24,E28 através da “descoberta” e seleção de certos comandos que mostraram-se pertinentes às situações que lhes foram apresentadas, compreenderam a ideia de domínio e imagem da função. As inferências (questionamentos, trocas de ideias e raciocínios utilizados) realizadas durante as atividades levaram ao esquema da “generalização” dos valores que podem ser atribuídos à determinada variável. A dupla construiu ainda a ideia de dependência e independência entre variáveis através da correta interpretação que fizeram entre significado e significante. Outro fato observado neste subcaso foi a construção que a dupla realizou do conceito de função inversa e das condições que um ponto pode pertencer aos quadrantes do plano cartesiano, protagonizados pela “criação” e “experimentação” de comandos. As características da linguagem de programação Scratch deram o suporte para estas construções.

A antecipação da ideia de formar “parte” do conjunto do domínio e da imagem da função, organizada pela dupla de alunos F2,F9 foram construídas através de

comandos cuja função é a recursividade. Neste subcaso, esses comandos possibilitaram que a dupla descobrisse uma finalidade para o uso destes comandos, o que os auxiliou no processo de construção destes conceitos. Esta dupla construiu ainda suas próprias “representações simbólicas” para dar sentido às variáveis que fizeram parte dos objetos de aprendizagem, construídos por eles.

Os erros da dupla de alunos G3,G6 acontecidos durante o processo de construção das relações funcionais, mais especificamente na construção de expressões algébricas, ajudaram na compreensão desses conceitos na medida em que o *software* Scratch, pelas características da sua programação, permite reorganizar a programação, sem que seja necessário desfazê-la por completo. Neste subcaso, a dupla construiu ainda, através dos comandos “operadores”, a condição para que um ponto pertença ao quarto quadrante. Isso só foi possível porque o objeto-de-pensar-com organizado por eles, cumpria a função “ $x > 0$  e  $y < 0$ ”.

Estes subcasos, provenientes das situações proporcionadas às duplas, descrevem, sucintamente, os avanços alcançados pelas duplas no processo de construção das relações funcionais envolvendo o conteúdo funções, utilizando o *software* Scratch.

## 5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A partir dos dados analisados, pode-se concluir que a utilização do *software* de programação Scratch no estudo das relações funcionais é válida. A proposta apresentada não se reduz a introdução do computador em sala de aula apenas como um recurso complementar da aprendizagem, mas trata de uma concepção diferente de aula que busca através dele, a construção, pelos alunos, de conceitos matemáticos.

O objetivo desta pesquisa era de verificar o potencial do Scratch no processo de construção das relações funcionais respondendo à pergunta central: *como a utilização do software de programação Scratch, através da criação de objetos de aprendizagem, pode contribuir na construção das relações funcionais?* apresentando uma forma alternativa de trabalhar a matemática na escola, especificamente neste caso, funções.

Esta pesquisa apresenta um olhar diferenciado na busca por alternativas para melhorar a aprendizagem da matemática apresentando a programação e a criação de objetos de aprendizagem de forma autônoma como alternativas para o desenvolvimento deste processo. Partindo de atividades e desafios desenvolvidos no ambiente de aprendizagem utilizando o Scratch, os erros são permitidos e considerados como parte importante do processo, e que tiveram ainda como intenção desenvolver a criatividade e a autonomia dos alunos.

Destacou-se, durante a trajetória da execução das atividades pontos que foram importantes tanto nos aspectos das dificuldades e/ou obstáculos enfrentados antes e durante a pesquisa, como no processo da construção do campo conceitual enfocado.

O *software* Scratch é um aplicativo livre, de fácil acesso, porém apresentou problema no momento de sua instalação (*download*) em computadores que contém o sistema operacional *Linux* Educacional 4.0, pertencentes em um dos laboratórios de informática do colégio. Com este imprevisto, restou apenas um laboratório de informática para a realização da pesquisa e as três turmas (E, F e G) tiveram que concorrer com as demais dezoito turmas do mesmo turno na ocupação e agendamento deste espaço. Esse fato é relevante, pois o tempo semanal que pode

ser dedicado à utilização do Scratch (em média, uma vez só por semana), foi apoucado e tendo em vista que a duração da experiência foi de apenas sete meses, verificou-se que o tempo foi insuficiente para a produção e evolução significativa dos alunos, uma vez que não se chegou a verificar uma verdadeira imersão.

Outro aspecto fundamental para a análise dos resultados foi o fato de nesse estudo a investigação ser feita com três turmas (compostas por trinta alunos cada) e por um só investigador, ocorrendo na fase de recolha de dados, algumas dificuldades em registrar tudo, pois as produções (programações) aconteciam simultaneamente. Aliado a isso, soma-se as infrequências dos alunos que aconteceram durante a pesquisa, o que acarretou muitas vezes na quebra da continuidade da construção do objeto de aprendizagem com consequente perda de interesse destes alunos. Programar requer tempo e continuidade e os afastamentos (mesmos quando curtos) desta prática, trouxeram perdas para aqueles alunos menos freqüentes no processo de construção dos conceitos da função.

Pode-se afirmar que a introdução da programação no contexto escolar trouxe inicialmente uma expectativa grande para os alunos e configura-se, durante a pesquisa, como um importante desafio, tendo em vista que eles nunca haviam realizado qualquer tipo de programação, inclusive no meio escolar onde estavam inseridos anteriormente.

Sendo assim, verificou-se que a mediação feita pelo professor pesquisador no processo de construção das relações funcionais com o uso do Scratch foi importante, tanto no sentido de incentivar e/ou encorajar os alunos nas produções através de questionamentos, como para auxiliar na compreensão, escolha e encaixes de certos comandos.

A teoria dos Campos Conceituais se mostrou bastante adequada para analisar as construções conceituais em que o aluno é partícipe do processo ensino-aprendizagem na medida em que se observou certa sintonia entre as classes de comportamentos contidas nos esquemas de pensamentos (invariantes operatórias, regras de ação, antecipações e inferências) e as funções de certos comandos do Scratch como, por exemplo, os comandos “se”, “se...senão”, “anuncie a para todos e espere”, “repita..vezes”, “adiciona... a...”, entre outros, que permitiram e oportunizaram o aluno fazer deduções, realizar conclusões, fazer antecipações e controlar resultados.

Dessa forma, pode-se verificar o quanto o Scratch pode ser eficaz no processo de construção das relações funcionais quando se constatou que algumas duplas de alunos conseguiram tornar mais claros os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação, ao utilizarem esses comandos durante a construções dos objetos de aprendizagem, pois conseguiram interpretar e resolver as situações e desafios de forma a explicitar seus conhecimentos, utilizando as representações simbólicas cientificamente aceitas. Esses conceitos matemáticos foram experienciados e registrados pelos alunos pela maneira formal que a escola propõe, mas ganharam outro aspecto e outra abordagem quando observados nos objetos de aprendizagem construídos pelos alunos, com o Scratch.

O Scratch apresenta potencialidades para contribuir no envolvimento dos alunos na resolução das atividades e a prática compreensão dos conceitos da função, facilitando e estimulando a posterior formalização e abstração, quando inserido didaticamente numa estratégia de resolução de problemas e investigação como atividade central das aulas. Sua linguagem de programação ajudou na compreensão das situações e/ou desafios propostos na medida em que permitiu representar um cenário próximo do real; permitiu que os alunos reconstruíssem ou modificassem seus esquemas de pensamentos a partir do erro sem precisarem recomeçar a programação desde o seu início; permitiu que os alunos tomassem diferentes decisões sobre como abordar um mesmo problema.

Outra potencialidade que pode ser atribuída ao *software* Scratch, foi o aprimoramento da compreensão dos processos de criação e substituição de variáveis através de comandos específicos para esta função. Ações como estas foram fatores preponderantes para a compreensão dos conceitos da função e elaboração dos objetos de aprendizagem. Estas características da linguagem de programação, aliada ao conteúdo função, permitiram que os alunos se apropriassem de algoritmos (programações) que contemplassem não só uma única situação, mas várias situações, contribuindo para o processo de generalização de uma ideia.

Pressupõe-se que o computador como recurso e o Scratch como ambiente de aprendizagem são uma forma de promover um maior envolvimento dos alunos nas atividades pedagógicas cuja origem pode estar nas possibilidades que este aplicativo proporciona aos alunos, na criação dos seus “micromundos”, principalmente por utilizar um modelo intuitivo de manipulação dos objetos.

No entendimento de que esta proposta foi importante para o desenvolvimento e a aprendizagem de conceitos matemáticos dos alunos e que os resultados obtidos corroboraram para uma valorização do *software* Scratch em sala de aula, afirmo o interesse em dar seguimento a utilização do Scratch, não só no Ensino Médio, mas também nos anos finais do Ensino Fundamental. Por exemplo, na construção de figuras geométricas através do Scratch para alunos de oito a doze anos de idade com o objetivo de aprimorar os conceitos matemáticos envolvidos nestas construções, contribuindo na promoção de uma cultura que privilegie o computador em sala de aula e a inserção da programação como parte integrante dos currículos escolares.

Para finalizar, a satisfação ao findar essa pesquisa, aponta para uma aproximação ainda maior no tema programação e educação, pois mostra um grande caminho a ser percorrido e explorado, que se abre para inúmeras possibilidades a cada passo que se dá rumo a sua compreensão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **SAEB** (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) Relatório Nacional Saeb 2003 / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Anísio Teixeira. – Brasília: O Instituto, 2006. 266 p. Disponível em: <[http://www.oei.es/quipu/brasil/RelatorioSaeb2003\\_1.pdf](http://www.oei.es/quipu/brasil/RelatorioSaeb2003_1.pdf)> Acesso em 12 mai. 2014

BRASIL. **ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio)**. Relatório Pedagógico 2001. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Instituto Nacional de Ensino e Pesquisa, 2001. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/relatorios\\_pedagogicos/relatorio\\_pedagogico\\_enem\\_2001.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/relatorios_pedagogicos/relatorio_pedagogico_enem_2001.pdf)>. Acesso em 14 jun. 2014

BRASIL. **DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica)**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2013.

BRASIL. **PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>>. Acesso em 22 de ago. 2014

BRASIL. **Matriz de competências para o Enem 2009**. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2010 – Matemática**. Brasília, 2010. Disponível em: <[ftp://ftp.fnde.gov.br/web/livro\\_didatico/guia\\_pnld\\_2010/matematica.pdf](ftp://ftp.fnde.gov.br/web/livro_didatico/guia_pnld_2010/matematica.pdf)>. Acesso em 12 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Funda Nacional de desenvolvimento da Educação. **Programa um computador por aluno (PROUCA)**. Brasília. 2013. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programa-nacional-de-tecnologia-educacional-proinfo/proinfo-programa-um-computador-por-aluno-prouca>>. Acesso em: 04 mar. 2014

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 20 dez. 2014.

DANTE, L. R. **Matemática: Contexto e Aplicações**. São Paulo: Ática, 2014. cap. 2-3, p. 41-86.



FIGLIANO, L. A. **Atividades digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade**: Uma análise a partir da teoria dos campos conceituais. 2010. 244 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSI, E. P. **Esquemas de pensamento, campos conceituais, teoremas em ação: um espaço de problemas do pós-construtivismo**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA, 2001, São Paulo e Porto Alegre. Anais de Gerard Vergnaud – O campo conceitual da multiplicação. Porto Alegre: GEEMPA, 2001, p. 15-17.

IEZZI, G. **Matemática 1**. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013, cap. 3, p. 36 – 93.

LEONARDO, F. M. **Matemática 1**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2013, cap. 3, p. 58 – 114.

MAGINA, S. **A teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente**. XVIII Encontro Regional de Professores de Matemática. São Paulo: Unicamp, 2005. Disponível em: <[http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf\\_01.pdf](http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf)> Acesso em 15 out. 2014.

MARTINS, A. R. Q. **Usando o scratch para potencializar o pensamento criativo em crianças do Ensino Fundamental**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo – RS, 2012.

MARQUES, M. T. P. M. **Recuperar o engenho a partir da necessidade, com recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação Scratch em contexto formal de aprendizagem**. 2009. 198 f. Dissertação (Ciências da Educação) – Universidade de Lisboa – Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Lisboa, 2009.

MOREIRA, M. A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nessa área**. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre: 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID80/v7\\_n1\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf)> Acesso em: 23 abr. 2014.

MOREIRA, M.A. **Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos**. In: Instituto de Física - UFRGS. Burgos: Universidade de Burgos, 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaemensino.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2014.

PAIVA, M. **Matemática 1**. 2ª. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: Repensando a Escola na Era da Informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: brasiliense, 1988.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. Tradução: Francisco M. Guimarães. Petrópolis: VOZES, 1996. 423 p.

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 Área de Especialização em Estudos da Criança Tecnologias de Informação e Comunicação) - Universidade do Minho, Braga, 2010.

PONTE, J. P. **O estudo de caso na investigação em educação matemática**. Quadrante, v. 3 n. 1, 1994.

REDE INTERATIVA VIRTUAL DE EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação à Distância. Brasília, Ministério da Educação, 2007. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/projeto.php>>. Acesso em: 17 mar. 2014.

SCAICO, P. D. et al. **Ensino de programação no ensino médio**: uma abordagem orientada ao design com a linguagem scratch. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, n. 2, p. 92-103, 2013.

SCRATCH, Disponível em: <<http://scratch.mit.edu/>>. Acesso em 02 mar. 2014.

SOUZA, J. **Matemática 1**. 2ª ed. São Paulo: FTD, 2013.

TONEZER, J. **Metodologia de apoio ao processo de aprendizagem via autoria de objetos de aprendizagem por alunos**. Porto Alegre: Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2008, 173f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

VECCHIA, R. D. **A Modelagem Matemática e a realidade do Mundo Cibernético**. 2012. 275 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro – SP, 2012.

VERGNAUD, G. **Atividade humana e conceituação**. Porto Alegre: GEEMPA, 2008.

VERGNAUD, G. **Teoria dos campos conceituais**. In: ANAIS DO 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO, 1993, UFRJ. Rio de Janeiro: Projeto Fundão - Instituto de Matemática - UFRJ, 1993. p.1 – 26.

## APÊNDICES

## Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### COLÉGIO ESTADUAL MANOEL RIBAS TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DA FUNÇÃO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO SCRATCH

Pesquisador responsável: Prof. André Eduardo Ventorini

Instituição/Departamento: Aluno do Mestrado em Educação Matemática (PPGEM&EF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Telefone para contato: 055 –XXXX – XXXX

Orientador do trabalho: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leandra Anversa Fioreze (UFSM – UFRGS)

A presente pesquisa tem por objetivo investigar a compreensão de alguns conceitos da função, tendo em vista a utilização do computador no ensino e aprendizagem da matemática.

Para a efetivação desse estudo, será dinamizada uma sequência de atividades pelo pesquisador junto aos alunos das turmas E, F e G do 1º ano do Ensino Médio.

Na primeira etapa que já se realizou, foi realizada, entre os meses de abril e junho de 2014 atividades com o *software* Scratch com o objetivo de fazer com que os alunos conhecessem as funções dos comandos e a linguagem de computação deste *software*, para realizar as atividades que serão propostas na 2ª etapa.

Na segunda etapa, a ser realizada entre os meses de julho e novembro de 2014, será aplicada a sequência das atividades cujo objetivo é a construção dos conceitos relacionados com funções. Os instrumentos de coleta de dados serão as produções dos alunos, as observações do professor e imagens do desenvolvimento das atividades.

O conteúdo das produções dos alunos será utilizado estritamente para fins de pesquisa acadêmica do pesquisador. Os participantes da pesquisa serão esclarecidos quanto a quaisquer dúvidas durante todo o desenvolvimento das atividades e terão acesso aos resultados obtidos.

Esta pesquisa tem finalidade acadêmica, e seus resultados podem contribuir

para o ensino e aprendizagem da matemática, por meio de propostas que visam contribuir para uma melhoria desse processo.

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DA FUNÇÃO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE* DE PROGRAMAÇÃO SCRATCH, como sujeito. Declaro ter sido informado sobre as finalidades deste projeto e que tenho ciência de que poderei me recusar a responder qualquer pergunta e que posso negar-me a participar do estudo.

Santa Maria, \_\_\_\_ de setembro de 2014.

\_\_\_\_\_  
Rosângela Maria de Freitas  
Diretora da escola

\_\_\_\_\_  
Prof. André Eduardo Ventorini

\_\_\_\_\_  
Aluno da Escola

\_\_\_\_\_  
Responsável legal pelo aluno

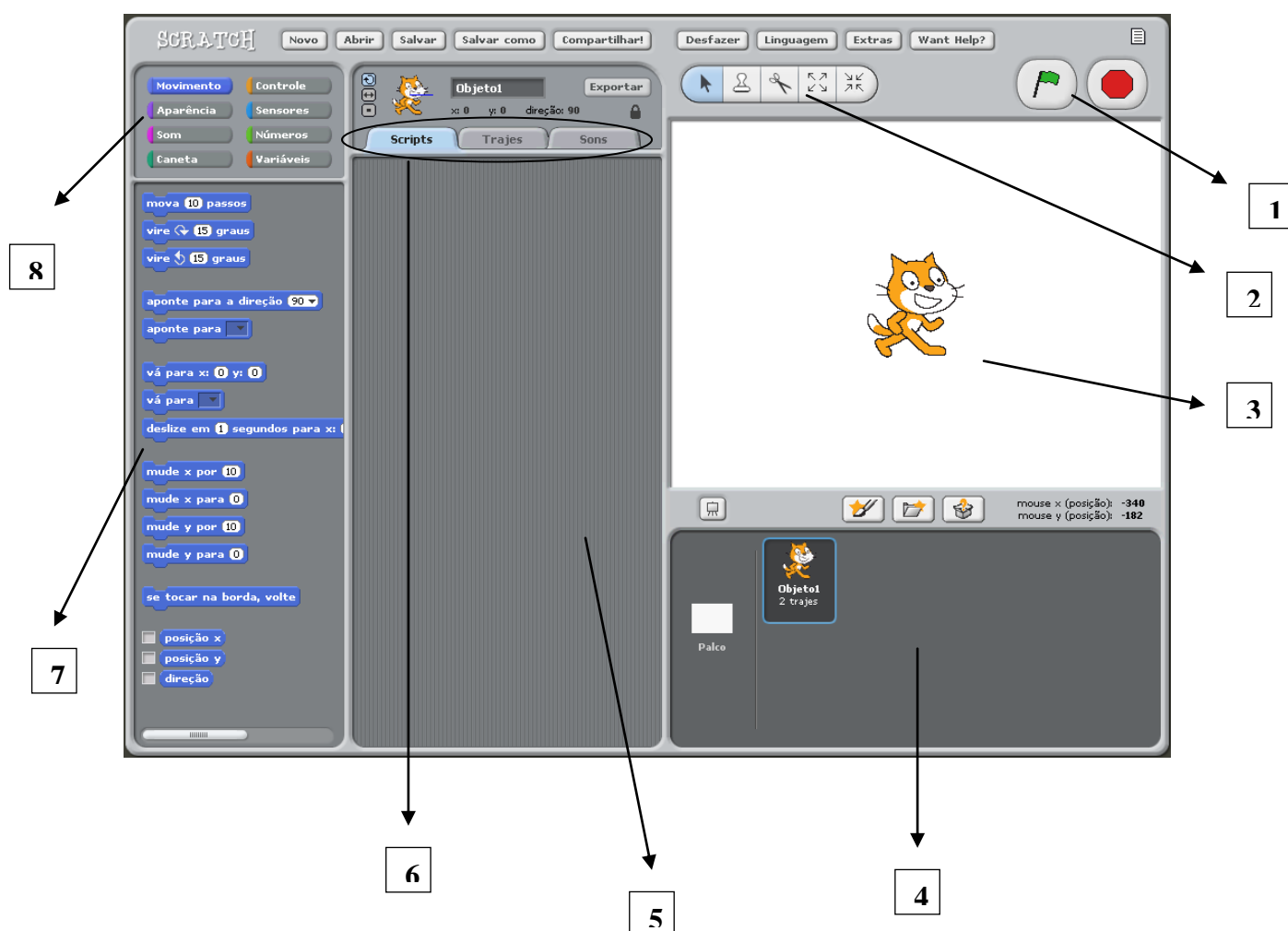
## Apêndice B – Guião

### Material de apresentação do Scratch

Scratch é uma nova linguagem de programação que permite a criação de histórias, animações, jogos e outras produções. Tudo pode ser feito a partir de comandos prontos que devem ser agrupados.

Para fazer download do Scratch entre no site <http://scratch.mit.edu/download> e após preencher um formulário você poderá escolher a versão para download. Ele é gratuito.

Abaixo veja a tela principal do Scratch traduzido para o português:



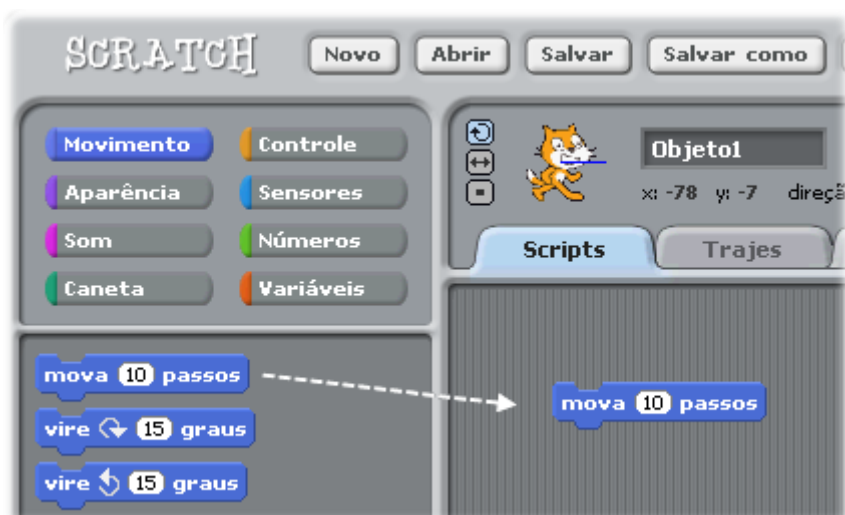
- 1 – Botões de iniciar e parar script.
- 2 – Botões para editar o objeto selecionado no palco.
- 3 – Palco onde os objetos são colocados e onde é possível ver o resultado da programação criada. O objeto inicial que aparece no palco é o gato.
- 4 - Área dos objetos usados na animação. Objeto em edição fica selecionado.
- 5 – Área de edição e conexão de scripts.
- 6 – Abas com opções para a área de script, para traje e para sons.
- 7 – Blocos de comandos.

## 8 – Categorias de comandos.

### Criar Movimento

Vamos estudar os comandos e animações básicas no Scratch. Veja agora como fazer um objeto se movimentar.

Clique na categoria Movimento dos blocos de Scripts.



Selecione o bloco MOVA e arraste para a área de edição de Scripts.

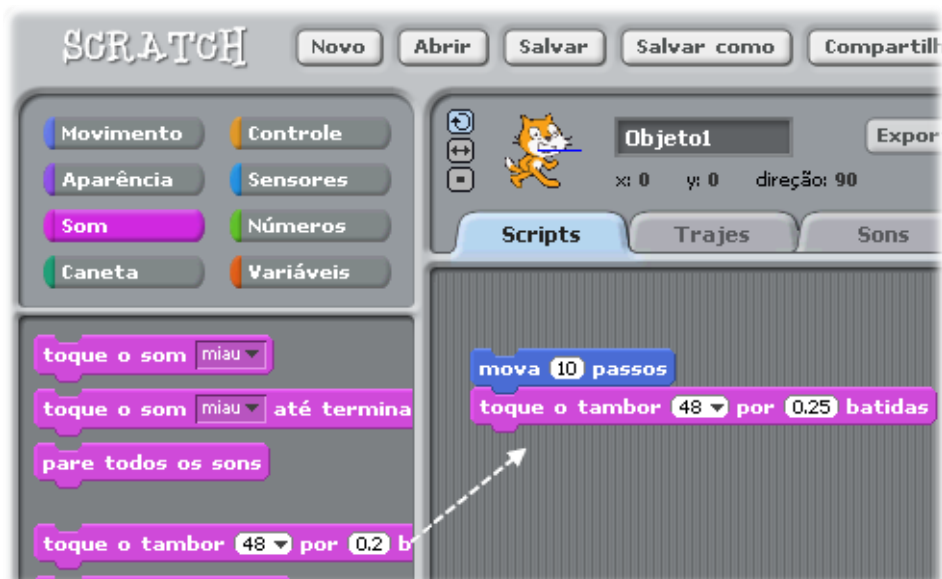


Um clique duplo sobre o bloco faz o movimento acontecer.

### Som

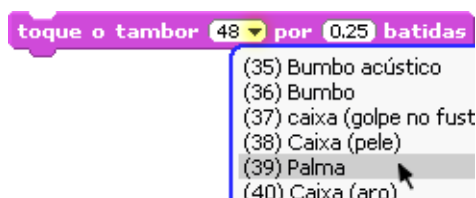
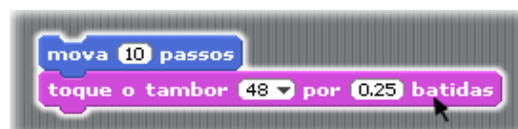
Para colocar som no script (um som de instrumento ou outro), você pode usar o comando TOQUE O TAMBOR. Ele fica disponível na categoria som.

Você pode usar este bloco de comando sozinho ou agrupado com outros comandos.



Clique e arraste o bloco para a área de edição de Scripts. Se for o caso, encaixe este bloco com os já existentes no script.

Para ver o funcionamento, dê um duplo clique sobre o grupo de blocos.



Para escolher o som desejado, clique na seta destacada e escolha entre as opções do menu.

Se você desejar importar um arquivo de música (MP3 ou WAV) do seu computador ou quiser gravar um som, clique na aba Sons e escolha entre gravar e importar.



Para usar o som escolhido na sua programação escolha o bloco TOQUE O SOM e encaixe no seu script.



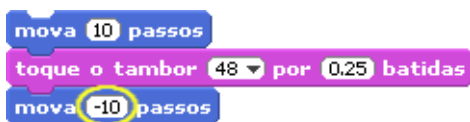
Lembre-se: se o som não funcionar, verifique se este recurso funciona no seu



computador (se o som está ligado e existem caixas de som funcionando).

## Fazendo uma Dança

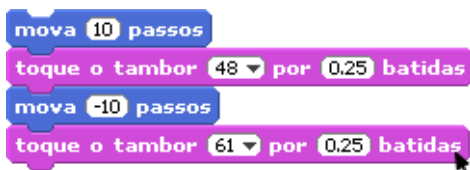
Os comandos abaixo mostram como simular uma dança no Scratch. Neste caso foram programados movimentos seguidos de sons.



Após agrupar os três blocos acima, modifique o valor do segundo MOVA para que este fique negativo. Desta forma, teremos movimentos em sentidos diferentes.



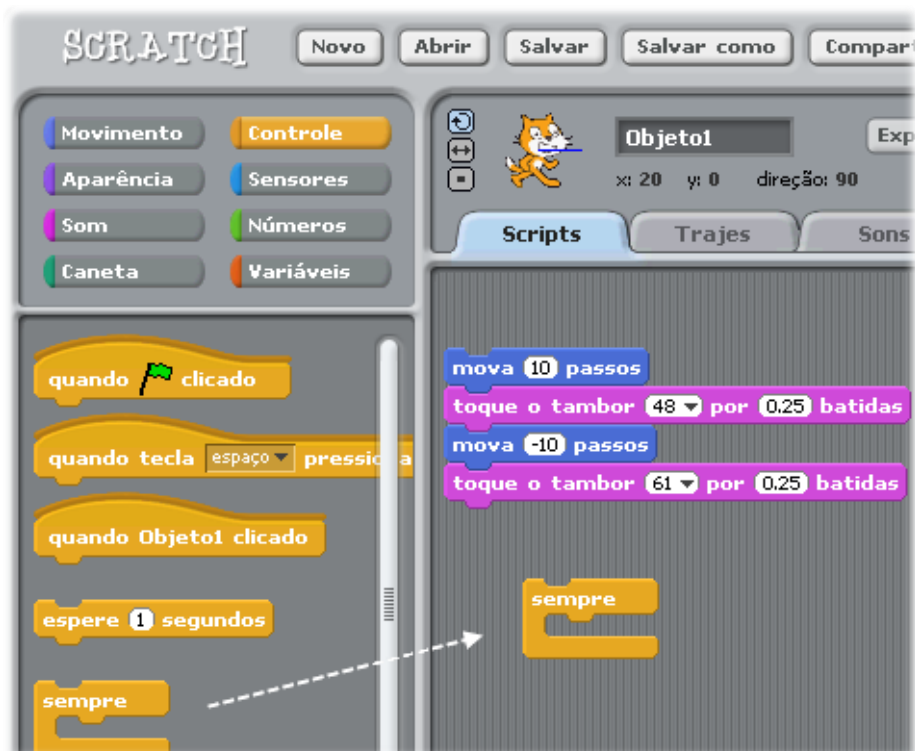
Um duplo clique sobre o script faz funcionar. Verifique o resultado obtido.



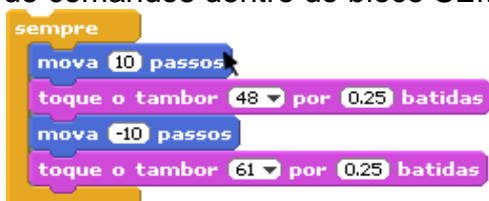
Depois também é possível acrescentar outro bloco de TOQUE O TAMBOR após o segundo movimento. Procure selecionar outro som para dar a diferença. Um duplo clique sobre o script faz funcionar a programação.

## Uso do controle “Sempre”

É possível programar no Scratch que uma ou mais ações continuem acontecendo e se repetindo por tempo indeterminado. Para isso se usa o comando SEMPRE, disponível na categoria Controle.



Clique e arraste o bloco SEMPRE para a área de edição de scripts. Encaixe o grupo de comandos dentro do bloco SEMPRE.




Para arrastar um conjunto de blocos, clique sobre o primeiro bloco (no topo do conjunto) e arraste tudo.

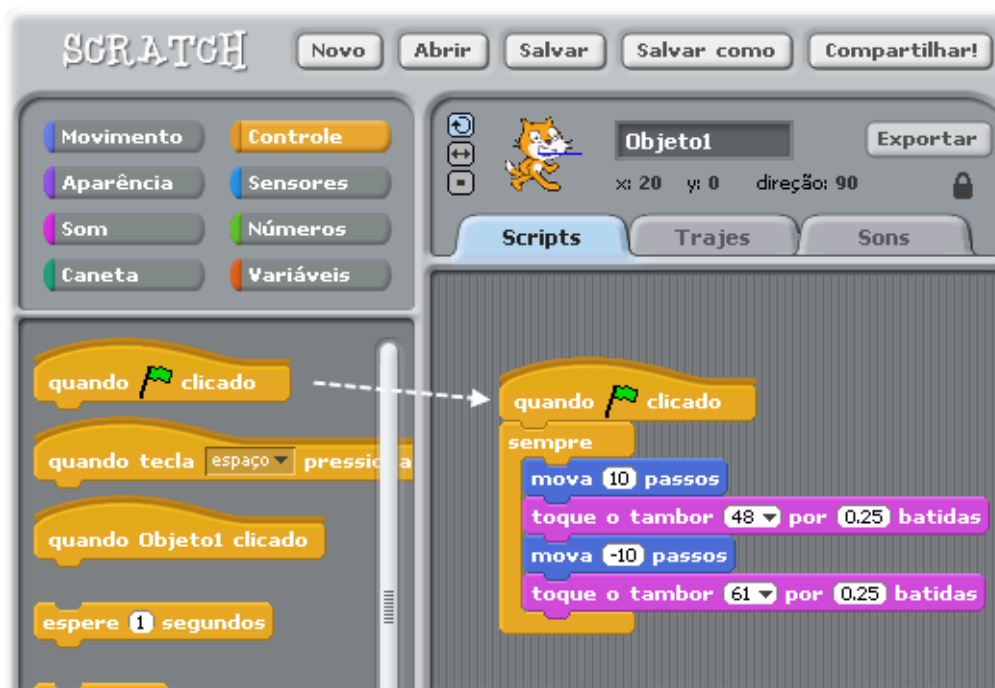


Para parar a programação após usar o comando SEMPRE, clique no botão vermelho que significa Parar Tudo.

### Bandeira verde – Iniciar Script

O Scratch também possui controles para o início da execução dos scripts. Um exemplo é a bandeira verde que fica sobre a tela de visualização das programações: ela pode ser usada para iniciar o funcionamento de um script. Para isso é necessário

que seja colocado no script o bloco de controle que indica  .




Clique no bloco e arraste para a área de edição de scripts. Encaixe o bloco sobre o conjunto já existente, se for o caso. Este controle deve ser o primeiro em um grupo de blocos, pois ele que determina o início desta execução.

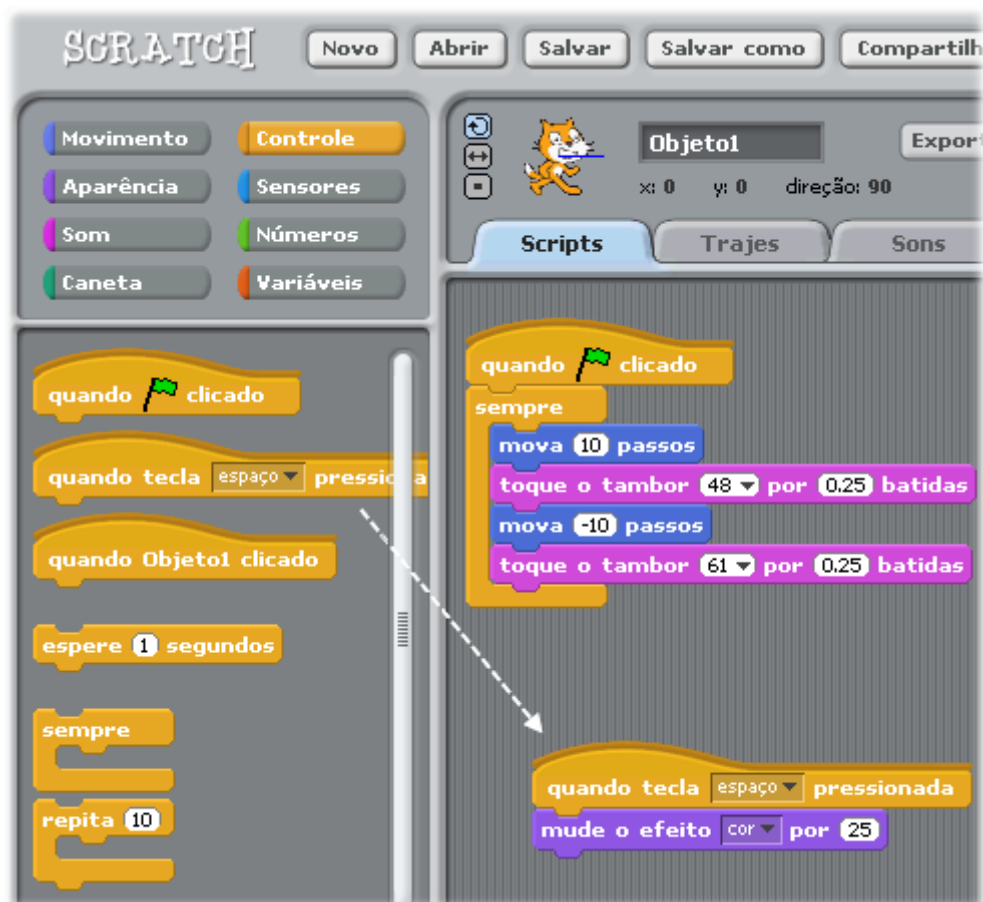


Para testar, clique sobre a bandeira verde que significa Iniciar Scripts.

## Usando Teclas

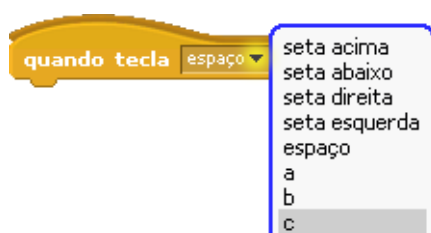
Para iniciar um script, além de usar a bandeira verde é possível determinar uma tecla do teclado que funcione como disparadora do script. Desta forma, quando a tecla for pressionada o script inicia sua execução.

Para determinar que o início da execução será determinado por uma tecla, você precisa colocar no início de um script o controle  .



Arraste o bloco para a área de edição de script e encaixe no início de um conjunto de blocos. Aperte a tecla determinada para fazer o teste.

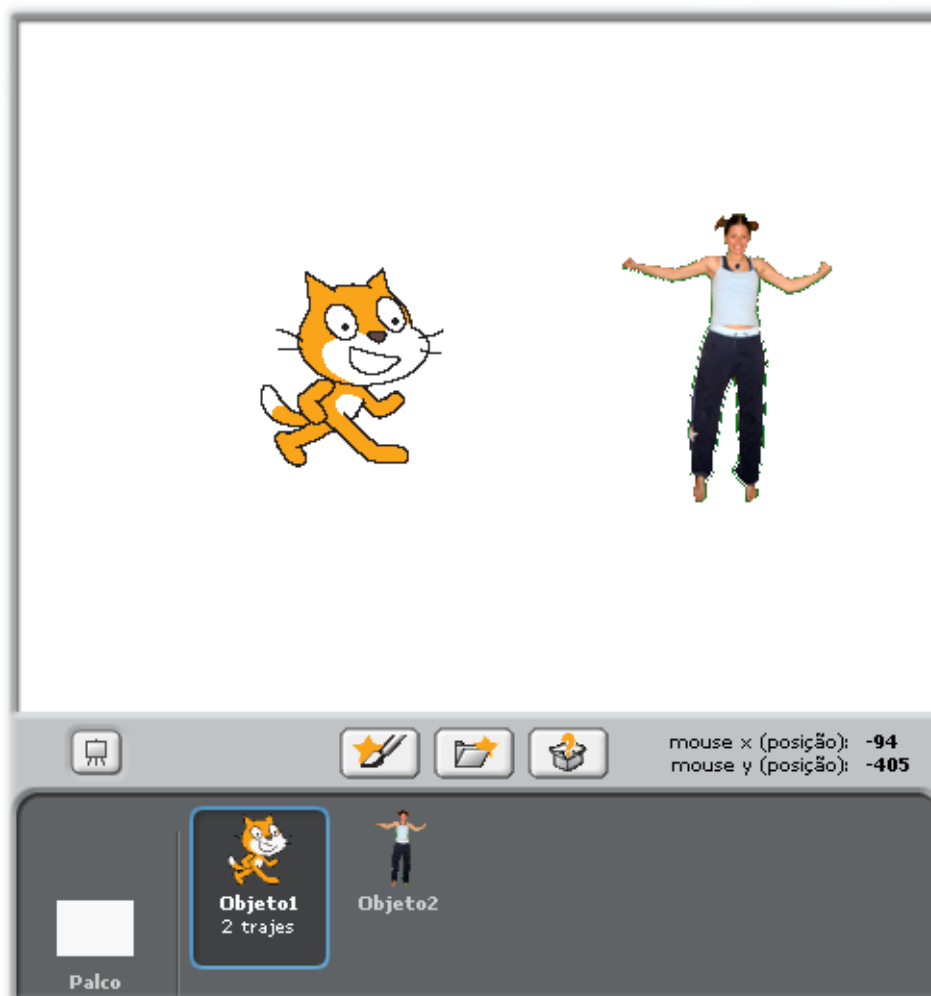
Para determinar qual tecla do teclado será usada para iniciar o script, clique na seta destacada e escolha a opção desejada.






Você pode usar um controle inicial de script diferente para cada conjunto de blocos. É assim que se faz para determinar movimentos diferentes de um objeto de acordo com o clique nas setas de direção do teclado.

### Objeto novo

Quando o Scratch é aberto, no palco já está aparecendo o gato. Mas nem sempre se deseja usa-lo e então é possível inserir ou criar um novo objeto. Da mesma forma, é possível ter vários objetos em uma programação. Veja abaixo como aparece um novo objeto no palco:



Para criar ou inserir um novo objeto você deve clicar em uma das seguintes opções:

-  Desenhar um objeto (abre um editor que permite pintar e desenhar um objeto).
-  Inserir objeto do arquivo (permite inserir um arquivo de imagem do computador).
-  Inserir objeto surpresa (clcando neste botão, surge um objeto surpresa no palco, ou seja, a pessoa não determina o objeto que surgirá).

## Falar algo

No Scratch é possível fazer um objeto falar.



Para isso, basta usar o bloco de comando DIGA. Nele você pode determinar o que será dito e o tempo que essa mensagem ficará aparecendo.



Coloque esse bloco no script do objeto que deverá falar.

## Traje – mudança posições (fazer animação)

Para fazer uma animação, no Scratch é bastante simples. O efeito é o mesmo de uma imagem gif, onde aparecem diferentes posições de um personagem e a troca das imagens das posições produz a idéia de animação.

Escolha o objeto que será animado e clique em *trajes*. Você pode criar as diferentes posições do objeto desenhando o novo a partir do inicial (fazer uma cópia do original e editar) ou importar as posições.



Depois faça o script do objeto que será animado. Use o bloco SEMPRE e dentro dele o bloco “próximo traje”. Este bloco faz o objeto alternar entre seus trajes já criados.

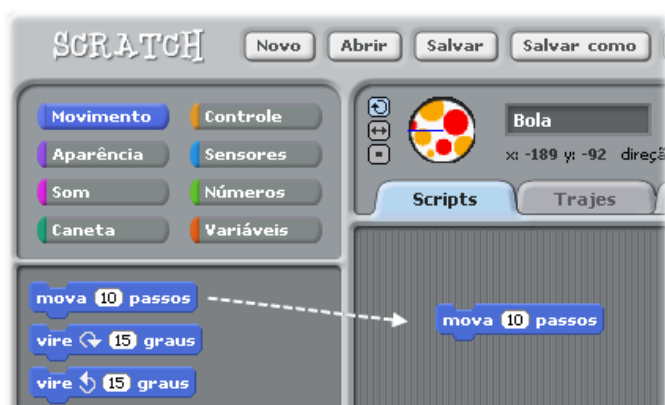


É importante colocar um tempo após a troca de traje para que seja possível visualizar a troca, ou isso acontecerá muito rápido.

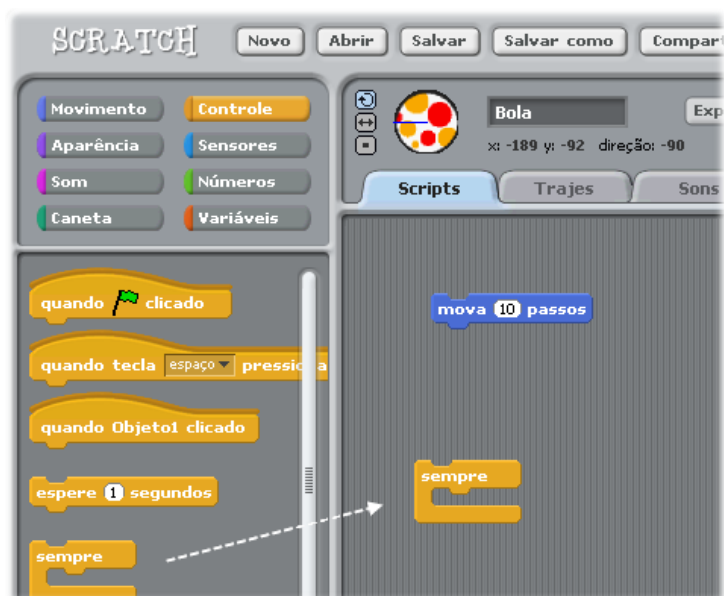
### Tocar na borda e voltar

Quando você faz algumas programações no Scratch, é importante que o objeto ao tocar na borda do palco volte. Um exemplo disso pode ser uma bola que rola, bate na borda e volta.

Puxe o bloco MOVA para a área de edição de Scripts.



Pegue o bloco SEMPRE e coloque na área de edição de Scripts.



Encaixe o MOVA dentro do SEMPRE.

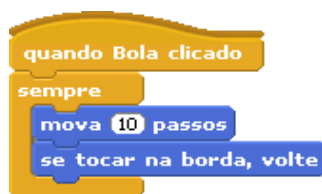


Pegue o bloco “se tocar na borda, volte” na categoria Movimento e coloque dentro do SEMPRE.



Se você quiser que a bola comece a andar quando for pressionada pelo mouse (clificada), use o controle abaixo:

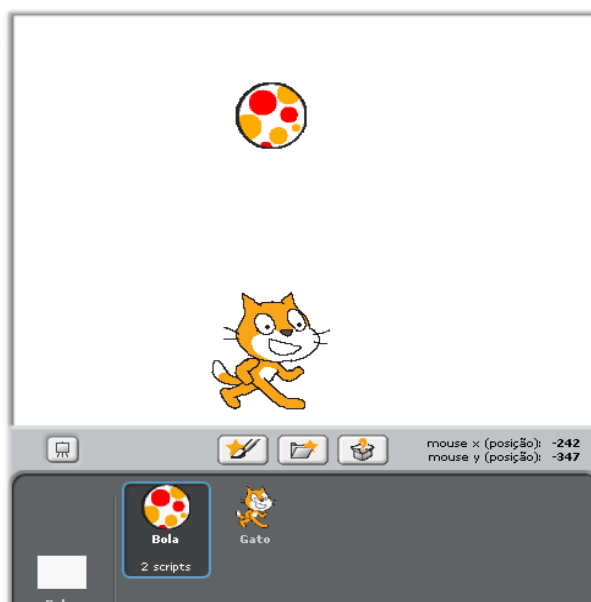




Você também pode determinar que o script inicie quando a bandeira verde for pressionada.

### Uso de testes: se (if)

Para muitas programações, jogos e histórias é importante usar testes. Podemos fazer uma bola bater em um objeto e quando ela bater, voltar. Mas como ela vai saber que bateu? Como determinar o que acontece quando ela bate. Veja abaixo:



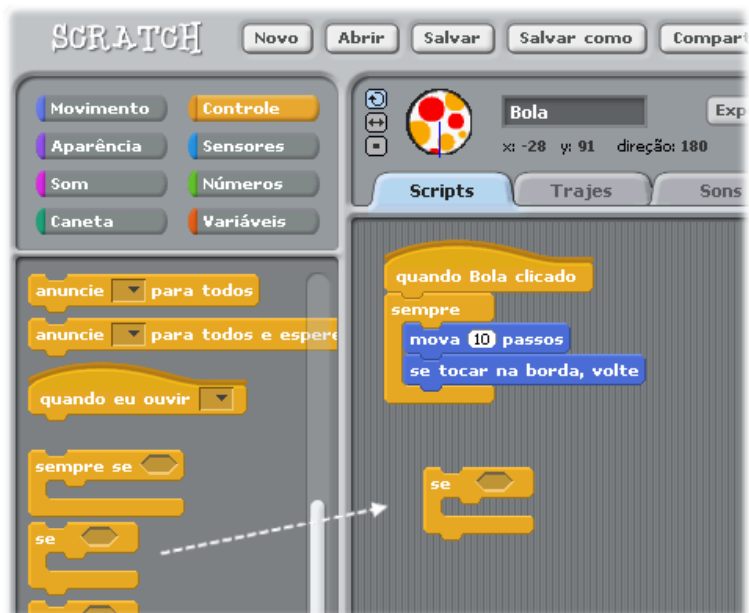
A bola cai, bate na cabeça do gato e volta para cima. Quando bate na borda superior ela volta e bate novamente no gato.

Inicialmente mude a direção do objeto “bola” para 180 (para ela ir para baixo).

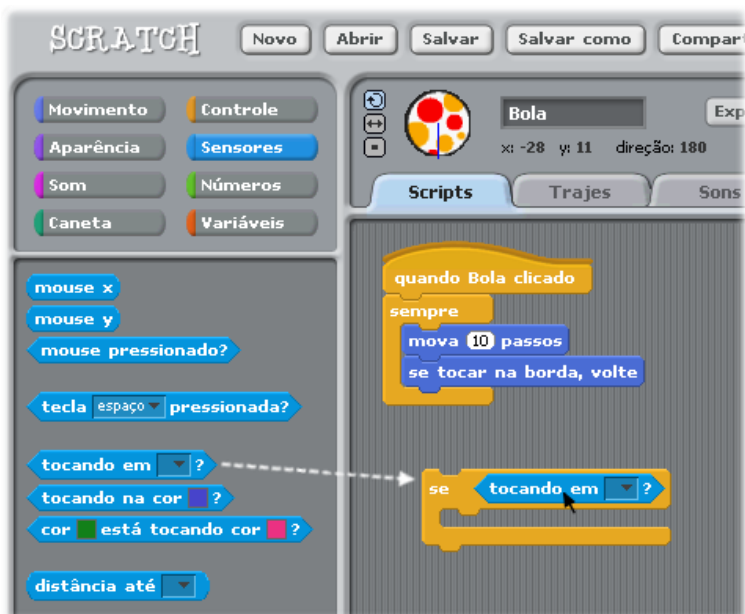


O script da bola é iniciado quando a bola é clicada com o mouse. Ela sempre irá se mover e se tocar na borda (qualquer borda do palco) ela volta na direção contrária.

Puxe o teste “se” na categoria controle e coloque na área de edição de Scripts.



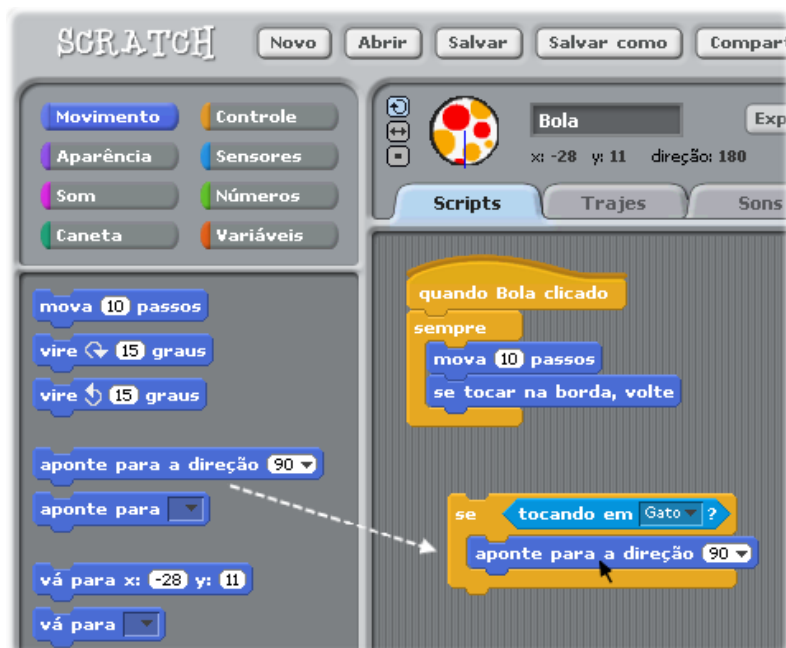
Dentro do “se” coloque o sensor “tocando em” que fica na categoria Sensores.



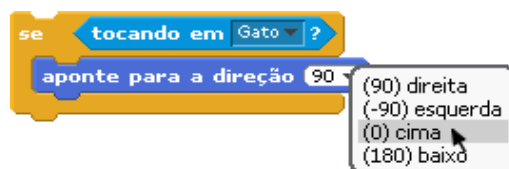
Escolha no menu o nome do objeto que será tocado (no caso o gato).



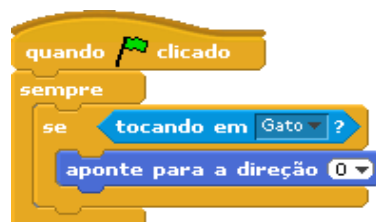
Dentro do bloco “se”, coloque o que acontece quando a bola tocar o gato, ou seja, acrescente o bloco “aponte para a direção ...”. Isso significa que quando a bola tocar no gato, ela irá mudar sua direção para aquela determinada no script.



Escolha a direção (0) cima pois após bater no gato a bola deve subir.



Acrescente o bloco SEMPRE, para que o teste seja feito o tempo todo, e coloque o teste dentro do SEMPRE.



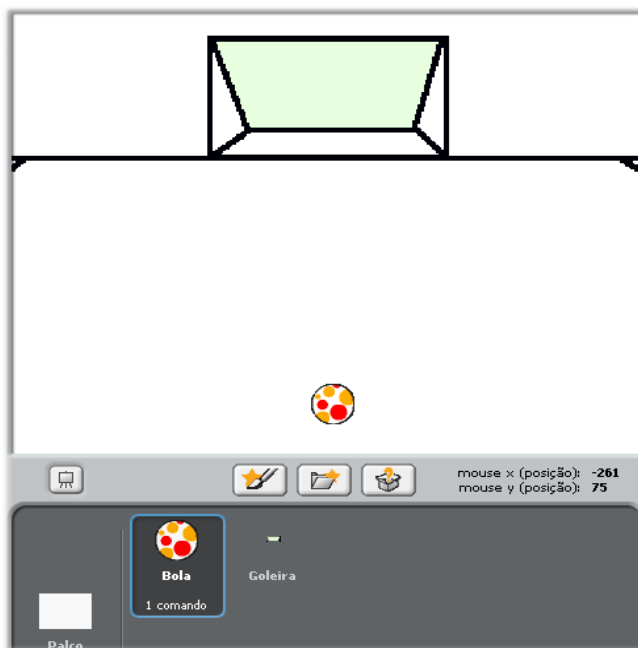
Acrescente o controle para o início da execução do script. Neste caso foi usado o “quando bandeira clicado”.

Veja que foram feitos dois scripts separados: um para o movimento da bola e outro para o teste. Também é possível fazer tudo junto, usando apenas um controle de início do script e apenas um bloco SEMPRE. Experimente modificar este script e gerar novas versões.

### Uso de testes: se, senão (if, else)

Agora vamos usar o teste completo: se, senão. O desafio é fazer uma bola ir na direção do gol e se bater nele, dizer “Gol!”.

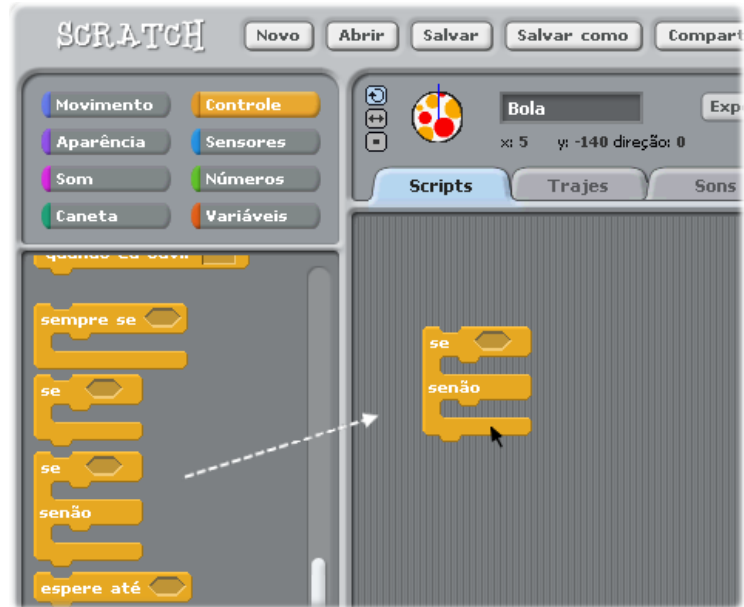
Inicialmente faça o desenho da goleira e escolha ou desenhe a bola para ficar mais ou menos assim:



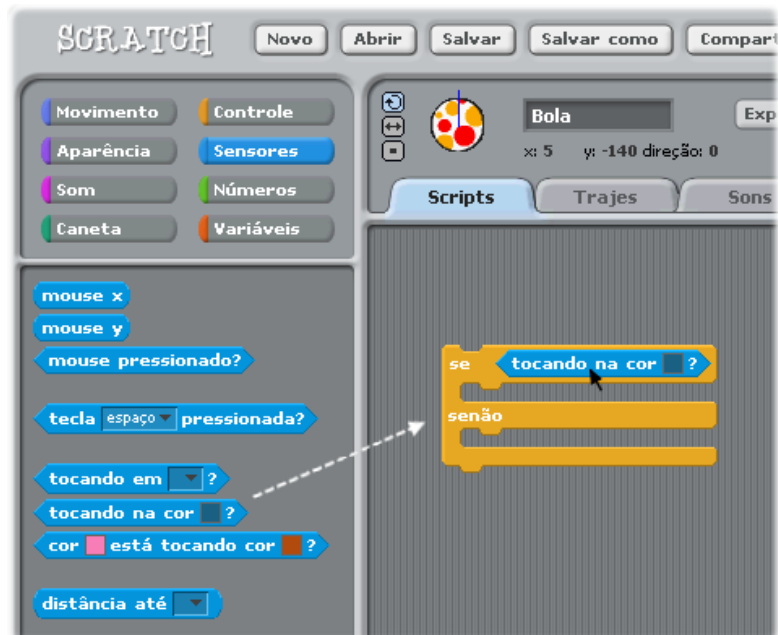
Inicialmente mude a direção da bola para 0, para ela ir na direção da goleira.



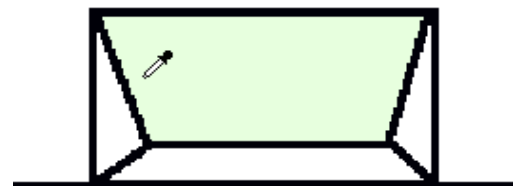
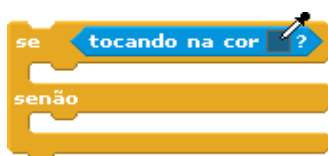
Acrescente na área de edição de Scripts o bloco “se, senão” que fica na categoria Controle.



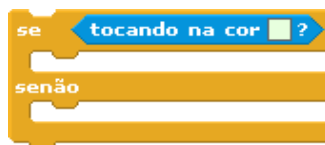
Coloque no espaço do “se” o sensor “tocando na cor ...”.



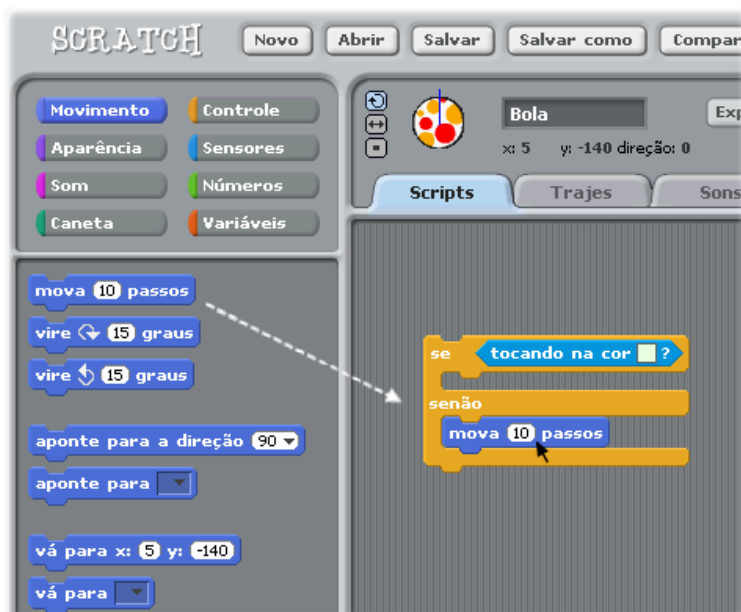
Clique no quadrado da cor e escolha a cor da goleira.



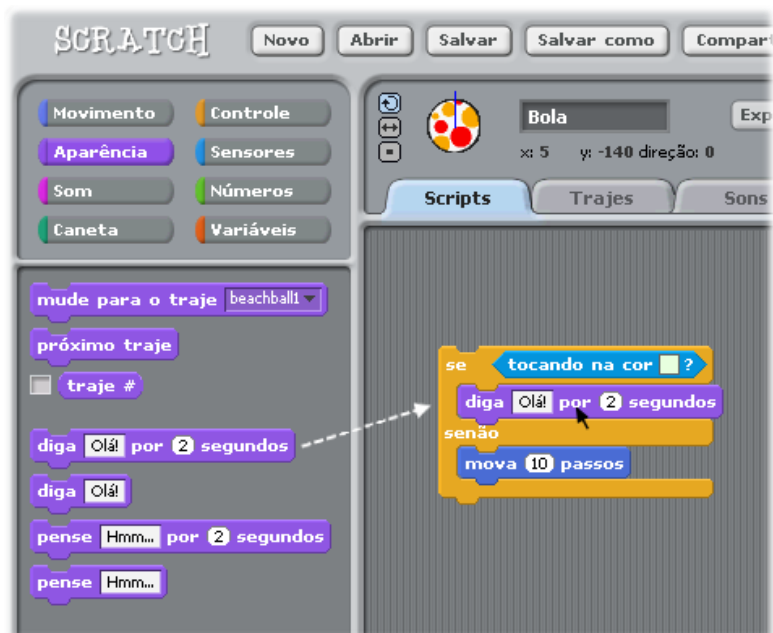
Agora a cor no teste está correta.



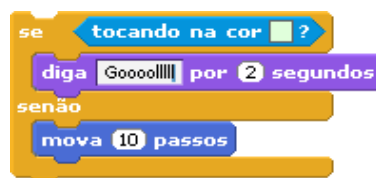
Você pode colocar dentro do “senão” o comando MOVA para que a bola ande se não tocar no gol. Mas se deixar o senão vazio, apenas não acontecerá nada quando a bola *não* tocar no gol.



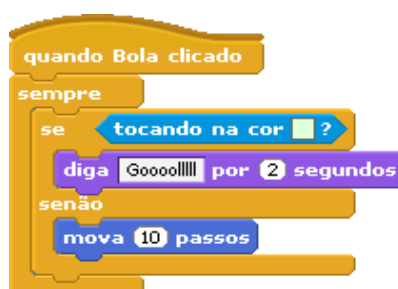
Dentro do bloco “se” coloque a ação que deve ocorrer quando a bola tocar o gol, ou seja, coloque o bloco “diga Gol! por 2 segundos”.



Você pode editar o texto do bloco DIGA clicando e apagando o texto original.




Coloque o teste (se, senão) dentro de um bloco SEMPRE para que este teste seja feito o tempo todo. Depois coloque um controle que determine o início do script. No caso foi pedido que a bola ande quando for clicada com o mouse, mas outros controles podem ser usados.



Experimente fazer um jogo em que a bola ande e vire conforme algumas teclas do teclado são pressionadas.

## Compartilhar

No Scratch, após fazer seu projeto, é possível compartilhá-lo com outros publicandolo no site do Scratch. Para isso basta clicar no botão  na parte superior

da tela do Scratch.

Mas atenção: para compartilhar seu projeto no site do Scratch você precisa ter feito seu cadastro lá. Se ainda não fez, entre em <http://scratch.mit.edu> e faça seu cadastro. É gratuito e fácil de fazer.