

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

**PROGRAMAÇÃO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO
POLÍGONOS REGULARES POR MEIO DO *SCRATCH*: UMA EXPERIÊNCIA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

GREICE BORGES QUEQUI

Porto Alegre

2021

GREICE BORGES QUEQUI

**PROGRAMAÇÃO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO
POLÍGONOS REGULARES POR MEIO DO SCRATCH: UMA EXPERIÊNCIA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

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

Orientadora: Profa. Dra. Leandra Anversa Fioreze

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Maria Cecília Pereira Santarosa
(DEPMAT-PPGEMEF-UFSM)

Prof^a. Dra. Márcia Rodrigues Notare Meneghetti
(IME-PPGEMAT-UFRGS)

Prof^o. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso
(IME-PPGEMAT-UFRGS)

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo investigar aspectos declarativos externalizados por estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, ao programarem situações relacionadas à geometria dos polígonos regulares, por meio do software *Scratch*. O aporte teórico que visa compreender o processo de construção dos conceitos é a Teoria dos Campos Conceituais, de Vergnaud e o processo de programar e aprender relacionado ao ensino é o Construcionismo de Seymour Papert. Construimos uma investigação utilizando a metodologia qualitativa em um ambiente no qual os alunos pudessem expressar suas ideias, suas construções e opiniões, pois o comportamento humano é influenciado pelo contexto. A experimentação foi realizada no segundo semestre do ano de 2019 com discentes do nono ano do Ensino Fundamental dos Anos Finais de uma escola privada na zona norte de Porto Alegre. A partir dos resultados, constatou-se que o propósito desta experiência de externalizar, por parte do sujeito, ações, ideias, registros orais e escritos contribuiu tanto na utilização da programação com o software *Scratch* quanto na resolução de situações relacionadas à geometria de polígonos regulares e outros conceitos relacionados à Matemática. Além disso, os estudantes sistematizaram suas resoluções, observando padrões, construindo algoritmos e fazendo generalizações, desenvolvendo seu pensamento computacional. O uso do *Scratch* foi relevante como ferramenta para pensar, construir e testar seus teoremas em ação e seus conceitos em ação. Apresenta-se, a partir da pesquisa realizada, o produto didático desenvolvido, que envolve programação e geometria dos polígonos regulares.

Palavras-chave: Programação no *Scratch*; Polígonos Regulares; Ensino Fundamental; Teoria dos Campos Conceituais.

Summary

This research aims to investigate declarative aspects externalized by students in the ninth grade of elementary school, when programming situations related to the geometry of regular polygons, using the Scratch software. The theoretical contribution that aims to understand the concept construction process is Vergnaud's Theory of Conceptual Fields and the process of programming and learning related to teaching is Seymour Papert's Constructionism. We built an investigation using the qualitative methodology in an environment in which the students could express their ideas, their constructions and opinions, because human behavior is influenced by the context. The experimentation was carried out in the second semester of 2019 with students from the ninth year of Elementary School of the Final Years of a private school in the north of Porto Alegre. From the results, it was found that the purpose of this experience of externalizing, on the part of the subject, actions, ideas, oral and written records contributed both in the use of programming with the Scratch software and in the resolution of situations related to the geometry of regular polygons and other concepts related to mathematics. In addition, students systematized their resolutions, observing patterns, building algorithms and making generalizations, developing their computational thinking. The use of Scratch was relevant as a tool to think, build and test its theorems-in-action and its concepts-in-action. Based on the research carried out, the didactic product developed is presented, which involves programming and geometry of regular polygons.

Keywords: Scratch programming; Regular Polygons; Elementary School; Theory of Conceptual Fields.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface do <i>Scratch</i>	21
Figura 2 – Construção de um quadrado	22
Figura 3 – Comandos do círculo	24
Figura 4 – Comandos do quadrado com variável lado e o controle deslizante	25
Figura 5 – Comandos do quadrado com variável <i>nlados</i>	26
Figura 6 – Construção de uma espiral quadrada	27
Figura 7 – Comandos do quadrado com repetição e variável	28
Figura 8 – Construção do projeto dos polígonos inscritos e circunscritos	29
Figura 9 – Programação do hexágono do trio 8: conceitos ativados	38
Figura 10 - Trilhas do site A hora do Código: Programaê!	43
Figura 11 - Trilhas <i>Star Wars</i>	44
Figura 12 – Trilha <i>Frozen</i>	44
Figura 13 – Etapa 6 trilha <i>Star Wars</i>	45
Figura 14 – Etapa 8 da trilha <i>Star Wars</i>	45
Figura 15 – Etapa 10 da trilha <i>Star Wars</i>	46
Figura 16 – Etapa 14 da trilha <i>Star Wars</i>	46
Figura 17 – Etapa 4 da trilha <i>Frozen</i>	47
Figura 18 – Etapa 8 da trilha <i>Frozen</i>	47
Figura 19 – Etapa 10 da trilha <i>Frozen</i>	48
Figura 20 – Desafio 3	49
Figura 21 – Desafio 4	49
Figura 22 – Slides de orientações	50

Figura 23 – Slides de orientações	51
Figura 24 – Projeto com régua e compasso	52
Figura 25 – Orientações do projeto no <i>Scratch</i>	52
Figura 26 – Etapa 7 da trilha <i>Star Wars</i>	55
Figura 27 – Etapa 10 da trilha <i>Star Wars</i>	56
Figura 28 –Resposta item 1 aluna C	56
Figura 29 –Resposta item 2 aluno D	57
Figura 30 –Resposta item 2 aluna C	57
Figura 31 –Resposta item 2 aluno D	58
Figura 32 - Resposta item 2 aluno E	59
Figura 33 -Resposta item 2 aluno D	60
Figura 34 –Etapa 5 da trilha Frozen	61
Figura 35 –Resposta dos itens 5, 6 e 7 do aluno D	62
Figura 36 –Resposta item 8 aluno E	63
Figura 37 –Triângulo equilátero grupo 5	69
Figura 38 –Triângulo equilátero grupo 6	70
Figura 39 –Triângulo equilátero grupo 2	70
Figura 40 –Triângulo equilátero grupo 5	71
Figura 41 – Desafio 2 grupo 5	72
Figura 42 –Desafio 2 grupo 6	72
Figura 43 –Desafio 3 grupo 2	73
Figura 44 –Desafio 3 grupo 3	74
Figura 45 –Desafio 3 grupo 6	74
Figura 46 –Desafio 4 grupo 2	75

Figura 47 –Desafio 4 grupo 3	76
Figura 48 –Desafio 5 grupo 3	76
Figura 49 – Programação do retângulo pela aluna M	81
Figura 50 – Programação do triângulo pela aluna M	82
Figura 51 – Programação do triângulo pelo trio 11	83
Figura 52 –Programação do quadrado pelo trio 11	84
Figura 53 –Programação do pentágono pelo trio 11	84
Figura 54 –Programação do hexágono pelo trio 11	85
Figura 55 –Programação do octógono pelo trio 11	85
Figura 56 –Programação da rotação do hexágono do trio 11	87
Figura 57 –Programação da circunferência do trio 3	88
Figura 58 –Desenho de quadrados inscritos na circunferência do trio 4	92
Figura 59 –Desenho de triângulos inscritos na circunferência do trio 9	93
Figura 60 –Desenho hexágonos inscritos na circunferência do trio 6	94
Figura 61 – Esboço do desenho de quadrados inscritos em outro quadrado pelo trio 9	95
Figura 62 –Desenho no palco de quadrados inscritos em outro quadrado do trio 9 no palco	95
Figura 63 –Programação de quadrados inscritos em outro quadrado do trio 9	96
Figura 64 – Desenho no palco de triângulos inscritos em outro triângulo do trio 4	96
Figura 65 – Programação de triângulos inscritos em outro triângulo do trio 4	97
Figura 66 –Desenho no palco de quadrados inscritos em uma circunferência do trio 7.....	97
Figura 67 –Programação de quadrados inscritos em uma circunferência do trio 7	98

Figura 68 –Cálculos do aluno P do trio 11	99
Figura 69 –Desenho no palco do aluno P do trio 11	99
Figura 70 –Programação do desenho do aluno P do trio 11	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Apresentação das dissertações	30
Quadro 2 – Descrição de atividades	42
Quadro 3 – Momentos da introdução à programação	65
Quadro 4 – Momentos dos desafios de programação e geometria	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 ESCOLHA DA PESQUISA E INDAGAÇÕES	14
1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA	16
2 PROGRAMAÇÃO	17
2.1 O CONSTRUCIONISMO	18
2.2 O SOFTWARE <i>SCRATCH</i>	20
2.3 AS POTENCIALIDADES DO <i>SCRATCH</i>	22
2.3.1 Geometria do <i>Scratch</i>	23
2.3.1.1 Noção de variável	25
2.3.1.2 Estrutura de Repetição	26
3 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O ENSINO DA GEOMETRIA PLANA E A PROGRAMAÇÃO NO <i>SCRATCH</i>	30
4 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS	34
4.1 CAMPOS CONCEITUAIS	35
5 METODOLOGIA	40
5.1 ROTEIRO DE ATIVIDADES	42
6 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ENCONTROS: PROGRAMANDO E REALIZANDO CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS	54
6.1 AULA 1 – INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	54
6.1.2 Análise da Introdução à Programação	64
6.2 AULA 2 – DESAFIOS	68
6.2.1 Análise dos Desafios Programação e Geometria	77
6.3 AULA 3 – APRESENTAÇÃO DO <i>SCRATCH</i>	80
6.4 AULA 4 – CONSTRUÇÃO DE POLÍGONOS REGULARES	82
6.4.1 Análise das Construções de Polígonos Regulares no <i>Scratch</i>	88

6.5 AULA 5 – PROJETO DOS POLÍGONOS INSCRITOS E CIRCUNSCRITOS COM RÉGUA E COMPASSO	90
6.6 AULA 6 – PROJETO DOS POLÍGONOS INSCRITOS E CIRCUNSCRITOS NO <i>SCRATCH</i>	94
6.6.1 Análise do Projeto de Polígonos Inscritos e Circunscritos	100
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICE A	113
APÊNDICE B	123
APÊNDICE C	125

1 INTRODUÇÃO

A Matemática, que está presente em muitos aspectos do nosso cotidiano, é essencial para compreender o espaço em que vivemos, a percepção dos lugares em que estamos, ir para o trabalho e lidar com itinerários diferentes, ou seja, desenvolver a percepção do mundo em que estamos inseridos, descrevendo, representando e aprendendo a nos localizar nele.

Hoje muitas pesquisas evidenciam o potencial da utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como sendo uma alternativa para a aprendizagem de Matemática, e, especificamente de Geometria. Conforme Ferreira e Oliveira (2018), através da TDIC, é possível usar recursos metodológicos e tecnológicos que favorecem o desenvolvimento, a exploração e a produção de algo interessante para o aluno, como a programação usando o *Scratch*. De forma a contribuir com pesquisas no ensino de conceitos relacionados à geometria plana fazendo uso da programação, optamos por desenvolver o tema Programação no Ensino da Geometria Plana com alunos do nono ano do Ensino Fundamental.

Não se espera introduzir a Geometria a partir de desenhos e fórmulas seguidas de problemas que as apliquem diretamente, mas sim a partir de situações envolvendo construções de figuras planas utilizando suas propriedades, bem como de figuras inscritas e circunscritas. Dentre os conteúdos abordados na escola básica, esse é um dos que desenvolvem a percepção, a representação, a diferenciação e a similaridade entre propriedades, a classificação e a elaboração de estratégias para resolver problemas em questões de espaço, de ir e vir de algum lugar. O intuito da proposta pedagógica é proporcionar a construção e aprofundamento do conhecimento em Geometria Plana utilizando-se da linguagem de programação.

Utiliza-se então o *Scratch* que é uma linguagem de programação concebida especialmente para jovens, em conjunto com o Construcionismo de Seymour Papert. O Construcionismo preconiza que os protagonistas do aprendizado são os próprios alunos com o uso do computador, conforme Maltempo (2005). A interação aluno-computador faz com que os alunos produzam comandos e ações elevando seu conhecimento a um nível mais investigativo, ou seja, através de tarefas de natureza abertas o aluno trabalha suas estruturas mentais de forma autônoma segundo Ponte

(2005). Nas palavras de Papert (1985, p. 13), “qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos”.

A resolução de situações relacionadas às construções de figuras planas com o aporte da programação pode oportunizar que essa seja desenvolvida utilizando conceitos, esquemas e diversas representações. Como suporte teórico usamos a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993), que tem como objetivo compreender como ocorre a construção dos conceitos matemáticos. Construimos situações que envolvem a programação no computador objetivando a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 9º ano em um colégio da rede privada de Porto Alegre, que ainda não tiveram contato com a programação.

Utilizamos o software Scratch pois acreditamos que ele contribuirá para o desenvolvimento da aprendizagem, fazendo com que os estudantes tenham a oportunidade de solucionar desafios e problemas com linguagem de programação, manipulando o programa de forma a programar construções e animações que podem mobilizar o aprendizado de forma instigante.

Essa pesquisa, portanto, apresenta a seguinte questão norteadora: “De que forma estudantes do nono ano do Ensino Fundamental declaram seus conhecimentos, frente a situações envolvendo polígonos regulares, utilizando o software *Scratch*?” Tendo como objetivo geral investigar aspectos declarativos externalizados por estudantes do nono ano do Ensino Fundamental ao programarem a resolução de situações problema da Geometria de polígonos regulares, por meio do software *Scratch*.

Os objetivos da pesquisa são os seguintes:

- Compreender o processo de construção de conceitos envolvendo polígonos regulares a partir da programação no software *Scratch*, utilizando a Teoria dos Campos Conceituais.
- Propor situações didáticas para alunos do nono ano do Ensino Fundamental e investigar os aspectos declarativos externalizados quando resolvem as situações.
- Validar a proposta como material didático de apoio ao ensino do conteúdo sobre polígonos inscritos e circunscritos na circunferência.

Ao longo do texto apresentaremos a justificativa do tema, sua motivação e suas indagações, assim como a estrutura da pesquisa.

1.1 ESCOLHA DA PESQUISA E INDAGAÇÕES

A construção da pesquisa iniciou no segundo ano de mestrado profissional. Ao ingressar no mestrado, eu¹ não sabia ao certo o que pesquisar, apenas tinha certeza de que seria no nono ano dos Anos Finais, pois é o ano em que trabalho como professora há quatro anos. Ao longo da minha trajetória como professora sempre tive contato com a faixa etária entre 14 e 15 anos, e a partir desta experiência observei que os adolescentes são curiosos e têm maturidade para desenvolver conceitos abstratos da Matemática, extraíndo a essência de cada conceito. Além disso, muitas vezes não necessita do real para solucionar os problemas, conseguindo fazer generalizações.

Há algum tempo tenho agregado a tecnologia às aulas, pois as deixam mais dinâmicas, interessantes e contribui para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. A introdução de recursos tecnológicos nas escolas aumentou nas últimas décadas, e os professores têm adquirido conhecimentos técnicos sobre eles, organizando atividades e integrando-as ao currículo. O uso do computador muitas vezes é desafiador, pois o aluno nem sempre interage com a máquina de forma construtiva, mas sim seguindo instruções, o que não contribui de forma sistêmica para o aprendizado.

Nos primeiros contatos com a minha orientadora, surgiu a ideia de utilizar o software *Scratch*, não o conhecia e era diferente do software da minha vivência, o GeoGebra, que alia Álgebra à Geometria. Ao me cadastrar no site A hora do código² para entender melhor a linguagem de programação e aprender a programar jogando, apaixonei-me, e imaginei como seria interessante e inovador para os meus alunos.

Os estudantes, na aprendizagem de Geometria, em diversos níveis da Educação Básica têm apresentado dificuldades (LEIVAS, 2012). Pois, muitas vezes a ela não é apresentada de forma motivadora para os estudantes, são meramente

¹ Essa seção será escrita na primeira pessoa do singular.

² A Hora do código é uma organização sem fins lucrativos para expandir o acesso ao Pensamento Computacional. Segue link: <http://programae.org.br/hora-do-codigo/>

desenhos geométricos explanados no quadro sem sentido, desprovidos de significados e de construção com régua e compasso. Segundo Ferreira e Oliveira (2018), a Geometria Plana deve instigar os alunos a serem observadores, a perceberem semelhanças e diferenças e a identificarem regularidades.

O gosto pela Geometria Plana e Espacial veio da adolescência, inclusive foi um dos motivos que me levou a fazer licenciatura em Matemática. Ao participar de diversas aulas e cursos sobre a utilização do GeoGebra e Geometria Dinâmica, veio mais à tona a afinidade com a área da Geometria. Mas eu ainda me perguntava como fazer e como utilizar outro software além daquele que conhecia, buscava algo diferente e interessante, não somente para os alunos, mas para satisfação pessoal. A motivação deste trabalho teve origem em como instigar e fazer os alunos vivenciarem a Matemática utilizando a tecnologia. Para enriquecer as aulas, investiguei o software *Scratch* e percebi a facilidade de manipulação e o quanto poderia ser interessante para os estudantes.

O software *Scratch* é uma linguagem de programação criada no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Segundo Queiroz (2018), é uma linguagem clara, acessível, intuitiva e gera contribuições no ensino da Matemática. De acordo com Valente (1993), um software será bem utilizado quando a abordagem for clara e o estudante for capaz de refletir sobre a sua aprendizagem, mas para isso o professor terá de conhecer o software para ser mediador e o aluno construtor do seu conhecimento. Diante disso, iniciei um período de apropriação pessoal do software criando animações, troca de personagens, construção de figuras sem e com repetição, utilização de variáveis a partir de leituras e vídeos disponíveis na internet, focando em saber como funcionava e como poderia ser utilizado.

Segundo Papert (1985), o estudante constrói através do computador o seu próprio conhecimento. Além disso, ele afirma que a máquina precisa ser ensinada e através da programação os estudantes desenvolvem ações que geram o conhecimento. Desta forma, o *Scratch* pode proporcionar ao estudante o aprendizado da programação aliado à construção de conceitos geométricos.

Primeiramente pensei na programação em funções afim. Em muitas conversas com minha orientadora, resolvi unir a paixão pela Geometria com o *Scratch*. A partir disso, várias perguntas e indagações surgiram, tais como: de que forma a

programação pode contribuir e ser integrada na aprendizagem de Geometria Plana? E os alunos compreenderão e resolverão situações matemáticas na área de Geometria Plana por meio da programação? Eles poderiam criar projetos pessoais e, por meio da ferramenta, construir seu próprio conhecimento?

Portanto, eu queria unir Geometria e Programação para contribuir no ensino e na aprendizagem de conceitos relacionados às construções de figuras planas nos Anos Finais da Educação Básica.

1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA

O texto será estruturado em oito capítulos, a contar com o Capítulo 1, que é a Introdução.

No capítulo 2, apresentamos uma breve discussão sobre a programação, na sequência, seguem as ideias Construcionistas desenvolvidas por Seymour Papert (1985, 1994), juntamente com a apresentação do software *Scratch*. Nesse mesmo capítulo apresentamos as potencialidades do programa *Scratch* de modo a explorar a Geometria mostrando suas relações e propriedades.

No capítulo 3, apresentamos uma revisão de literatura sobre o ensino e a aprendizagem de Geometria Plana, relacionando-a com a programação.

No capítulo 4, discorreremos sobre a Teoria dos Campos Conceituais desenvolvida por Gérard Vergnaud (1993, 1996 e 2009).

No capítulo 5, exibimos a metodologia da pesquisa, a caracterização da turma escolhida, as formas de coleta de dados e as atividades desenvolvidas.

No capítulo 6, relatamos todos os encontros realizados com os alunos. Em conjunto, apresentamos a análise do percurso da aprendizagem, dos esquemas desenvolvidos, enfim, de posse das produções dos alunos, objetivando responder à pergunta de pesquisa.

No capítulo 7, apresentamos as considerações finais, retomando todo o percurso da pesquisa desenvolvida e seus resultados. Também mostramos as perspectivas de trabalhos futuros. Na sequência, as referências bibliográficas e os apêndices, em que consta o planejamento pedagógico, que é o produto dessa dissertação.

2 PROGRAMAÇÃO

A programação de computadores com a linguagem LOGO criada por Seymour Papert na década de 80 tem como foco a aprendizagem das crianças e foi umas das principais atividades relacionadas à Informática na Educação (VALENTE, 2016). Valente (1999) afirma que em meados de 1950, o computador servia para armazenamento de informações, havia poucos momentos em que era utilizado para resolução de problemas. No entanto, hoje a utilização dos computadores é mais interessante e diversificada, possibilitando enriquecer ambientes de aprendizagem e auxiliar o aprendiz na construção do seu conhecimento.

A ideia que a programação ajuda no pensamento matemático não é nova; desde Papert, a computação auxilia a criança a pensar melhor com a máquina e analisar seu próprio pensamento (VALENTE, 2016). Na atualidade tem-se falado muito no termo “pensamento computacional”, que apareceu colocando o termo em evidência no artigo de Jeannette M. Wing (2006), no qual a autora afirma que é o modo de dar limites e poder aos processos de computação para resolver problemas, sendo executados tanto pelo computador, quanto pelo sujeito (VALENTE, 2016).

O pensamento computacional proporciona a formulação de problemas que oportunizam o sujeito a obter as soluções por meio do computador ou de outras ferramentas, contendo uma série de passos ordenados e modelos matemáticos abstratos, implementando a resolução e abrindo para uma variedade de outros problemas. Ainda há muitas discussões a respeito das suas definições, seus conceitos e sua operacionalidade (VALENTE, 2016).

O Pensamento Computacional se refere à capacidade de sistematizar, representar, analisar e resolver problemas. Apesar de ser um termo recente, vem sendo considerado como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, junto com a leitura, a escrita e a aritmética, pois, como estas, serve para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos. (VICARI, MOREIRA, MENEZES, 2018, p.15)

A leitura, a escrita e a interpretação matemática de símbolos, códigos e nomenclatura proporcionam uma articulação entre o pensamento computacional e a Matemática, pois o aluno utiliza-se de todo esse conjunto para resolver um problema. Segundo Barcelos e Silveira (2012), representar a solução de determinada situação na linguagem algorítmica, em particular a representação de variáveis é uma das

competências fundamentais do pensamento computacional. Essa representação deve ser suave como se fosse uma forma intermediária entre a narração verbal e a linguagem algébrica, a programação faz essa transição ao utilizar de variáveis não somente como uma relação entre duas grandezas estáticas, mas como um modelo dinâmico.

De acordo com Arantes e Ribeiro (2017), o software livre *Scratch* destaca-se no desenvolvimento do pensamento computacional, além de possibilitar programar e compartilhar com outros projetos interativos através de comunidades on-line, em que os sujeitos aprendem conceitos computacionais bem como ajudam a pensar e trabalhar colaborativamente em seus desenvolvimentos.

Sendo assim, a presente pesquisa busca evidenciar que a programação pode ajudar a desenvolver de maneiras diferentes o pensamento matemático, pois os alunos utilizam outras habilidades para resolver seus problemas, sendo um dos objetivos didáticos da professora pesquisadora utilizar o software *Scratch*.

A aprendizagem da matemática com a linguagem de programação pode trazer inúmeras contribuições para mudar a visão em relação às aulas, explorando tanto o pensar sobre as atividades quanto o desenvolver o pensar sobre as resoluções de problemas (BRANDT, 2019). O pensar sobre o pensar torna a construção do conhecimento mais presente para o aprendiz, pois ele pode se expressar e refletir sobre suas construções, utilizando conceitos, levantando hipóteses, testando, errando e modificando o necessário a fim de finalizar seu projeto.

2.1 O CONSTRUCIONISMO

O Construcionismo foi elaborado pelo professor Seymour Papert, que nasceu na África do Sul em 1928. Segundo Queiroz (2018), Papert foi aluno de Jean Piaget, assim como Vergnaud, e iniciou sua participação no MIT (Massachusetts Institute of Technology) sendo cofundador do laboratório de inteligência artificial em 1964. De acordo com Queiroz (2018), durante a década de 80 o Construcionismo foi desenvolvido com a ajuda das pesquisas de Piaget, Dewey, Montessori e Paulo Freire. Papert foi um dos precursores no que diz respeito ao uso de tecnologia nas práticas educativas.

Conforme Maltempo (2000), o Construcionismo é tanto uma teoria de aprendizagem quanto uma estratégia para a educação, baseado no construtivismo. O Construcionismo apoia-se na ideia de que o desenvolvimento cognitivo se dá através da construção e reconstrução das estruturas mentais, e que o conhecimento não deve ser apenas transmitido, mas sim um processo ativo do aluno. “Uma das ideias fortes do Construcionismo é a negação de que para uma melhor aprendizagem deve haver um aperfeiçoamento da instrução” (VECCHIA, 2012, p. 63), ou seja, o aprendizado não é feito em instruções, mas sim na construção e reorganização mental. Os protagonistas do aprendizado são os próprios alunos com o uso do computador sendo um meio para a construção do saber, conforme Maltempo (2005).

Na perspectiva de Papert (1985), é a criança que deve programar o computador para adquirir um sentimento de domínio sobre a máquina estabelecendo algumas ideias mais profundas da Ciência, da Matemática e da Arte. “Programar significa, nada mais, nada menos, que se comunicar com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem entender.” (PAPERT, 1985). A programação deve ser ensinada desde cedo, afirma Papert, como se fosse aprender uma língua nova, como se fosse um bebê aprendendo a falar.

Defendendo esse conceito, durante a década de 60, foi desenvolvido o LOGO, a linguagem computacional que se comunica com a tartaruga, animal cibernético controlado pelo computador. Papert já defendia, desde essa época, que cada aluno deveria ter seu computador em sala de aula. Segundo Ballejo (2015), estes computadores, para Papert, deveriam ser instrumentos para trabalhar e pensar, e meios de realizar projetos como fontes de conceitos para construir novas ideias e não como um conjunto de instruções automatizadas.

A linguagem de programação LOGO pode ser utilizada por crianças e adultos, para que qualquer pessoa possa programar/ensinar ao computador o que queremos fazer. Este ambiente computacional contempla uma tartaruga gráfica, chamada de “tat”, que responde aos comandos que o usuário programa. Conforme Papert (1985), o aluno é o construtor de seu próprio conhecimento, protagonista de seu saber, ele pode se expressar matematicamente no computador aprendendo de forma significativa e coerente com seu interesse pessoal. Para poder avançar em seu projeto pessoal precisará se inteirar dos saberes que serão necessários, construindo seu próprio conhecimento.

O Construcionismo, afirma Papert (1994), é construído pelas tentativas e descobertas em resolver um problema, para o conhecimento gerar mais conhecimentos. Desta forma, Papert (1994) ressalta a importância do computador para a construção do saber em diversas áreas da Matemática, sendo a criança capaz de construir relações fortes com o seu objeto de estudo, e motivada a realizar algo com a máquina. A vontade de produzir um produto permitirá ao aluno ensinar a máquina a fazer o que pensa, mas para isso necessitará de bagagem matemática para executá-lo. Segundo Papert (1985),

[...] 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. O novo conhecimento é uma fonte de poder e é experimentado como tal a partir do momento que começam a se formar na mente da criança. (p. 37)

Assim, na presente pesquisa, objetivamos que o aluno aprenda e externalize seus conhecimentos através da programação com o software *Scratch*, de forma que ele produza algo de significado pessoal relacionado a polígonos regulares. Nesse processo, esperamos que novos conceitos sejam construídos em relação à Geometria, bem como em relação à Matemática como um todo.

2.2 O SOFTWARE SCRATCH

O software *Scratch* é uma linguagem de programação com o mesmo propósito do Logo sendo criado em 2008, no *Media Lab*, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) (CAMARGO, FORTUNATO, 2018). O termo *Scratch* deriva da técnica de *Scratching*, utilizada por Disco-*Jokeys* do Hip Hop, que manipulavam o disco de vinil para frente e para trás, distorcendo a música e elaborando misturas de forma criativa. “Com o *Scratch*, é possível fazer algo bem parecido, no caso, combinando diferentes tipos de mídia (gráficos, fotos, músicas, sons) de forma criativa” (CAMARGO, FORTUNATO, 2018, p. 610).

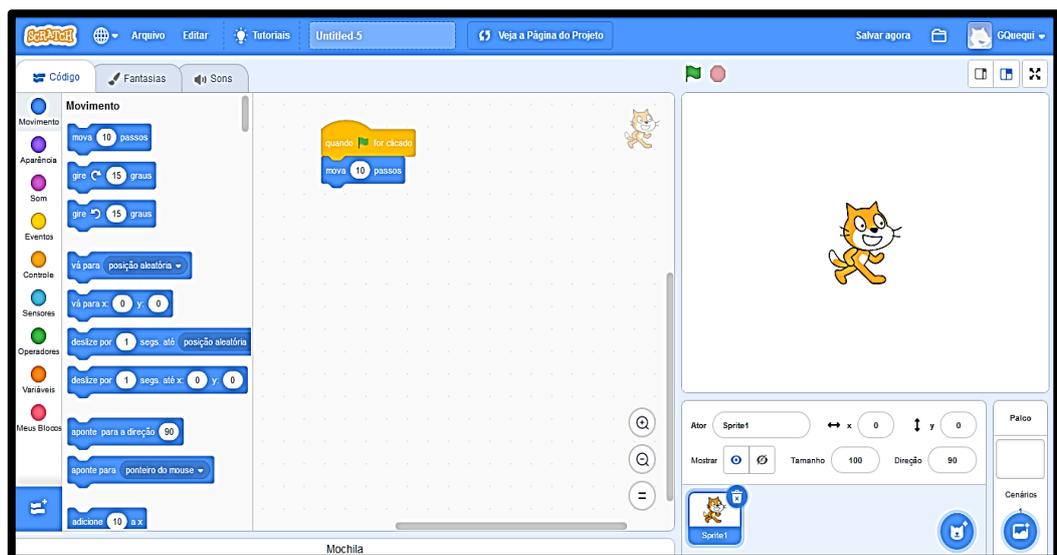
O software, segundo Vecchia (2012), é uma linguagem de programação visual que permite ao usuário construir suas próprias histórias, suas animações, seus jogos, seus simuladores, seus ambientes visuais de aprendizagem, suas músicas e sua arte, tendo o usuário expressado seu pensamento na forma de comandos.

O *Scratch* desenvolve o pensamento computacional, pois trabalha com as competências que facilitam interação, produção e manipulação das tecnologias digitais.

O ambiente de programação do *Scratch* utiliza a metáfora da criação de uma peça de teatro. O programador deve criar roteiros para uma peça. O ambiente define áreas onde o programador deve escolher as ferramentas que vai utilizar: palco, onde é visualizado o conteúdo produzido; atores, onde ficam dispostos os atores do palco; e uma área dividida em três abas: roteiros, onde ficam todos os blocos de instruções disponíveis; fantasias, onde o aluno pode editar a fantasia do personagem ou até mesmo criar uma nova fantasia; sons, onde o aluno pode editar ou criar um novo som para o personagem. (GOMES, 2014, p. 225)

O Software possui blocos organizados por tipo e cor, comandos que são traduzidos em português e a execução acontece na mesma tela facilitando a compreensão na hora de programar e analisar o que o personagem executa. Os blocos para as construções dos objetos (movimento, aparência, som, caneta, controle, sensores, números e variáveis) estão no centro, sendo que suas estruturas se encaixam como se fossem peças do Lego. A parte da animação à direita é chamada de palco; os atores do palco executam as programações realizadas e o ator que é apresentado como *default* é um gato, chamado de Sprite. A região à esquerda é destinada aos comandos de programação, em que os blocos são arrastados para o centro e encaixam-se com o uso do mouse, conforme figura 1.

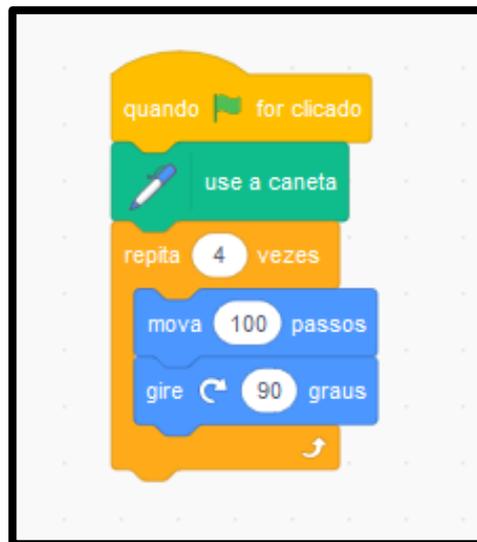
Figura 1 – Interface do *Scratch*



Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 2, temos a programação de um quadrado para ilustrar uma das possibilidades de programação na construção do polígono de quatro lados com medidas iguais e ângulos retos. O aluno tem à esquerda uma “caixa de ferramentas” (conforme figura 1), em que ele escolhe qual ferramenta usar, de forma visual, sem necessitar escrever o comando, encaixando-a de acordo com uma determinada ordem lógica, o que facilita a construção da programação.

Figura 2 – Construção de um quadrado



Fonte: Dados da pesquisa

Outro modo é o estudante pensar que o Sprite tem que se mover para a direita, girar 90 graus para a direita e então se mover em uma mesma distância e girar novamente 90 graus para a direita e assim sucessivamente, caso ele não consiga pensar em repetir o mesmo movimento quatro vezes. Para mover-se no palco, construir um jogo, ou um projeto de seu interesse, o estudante necessita construir ou rever conhecimentos matemáticos geométricos.

2.3 AS POTENCIALIDADES DO SCRATCH.

Um dos primeiros questionamentos que fazemos é: porque utilizar o *Scratch* e o que ele tem de especial? Segundo Pereira (2013), a geometria euclidiana afirma que um ponto tem uma única posição, e fazendo relação com o Sprite (no sentido de qualquer personagem), esse tem uma posição e pode seguir uma orientação, ou seja, ele pode ser movimentado por meio de uma sequência de comandos expressos na linguagem de programação. Para mover o gato não precisamos ter ainda a noção de

sistemas de coordenadas cartesianas, pois basta informar ao ponto (Sprite) para onde ir (mova x passos) e para onde se direcionar (vire n graus para a direita/esquerda). Porém, à medida que o educando vai avançando em suas criações, poderá sentir a necessidade de aprender o sistema de coordenadas.

Para Papert (1988), a tartaruga do Logo é como uma pessoa, assim como o gato do *Scratch*, a criança pode se identificar com o personagem e aprender Geometria formal sendo capaz de usar o conhecimento do seu corpo e de entender como ele se move. Por mais que haja semelhança entre o personagem e os movimentos de uma pessoa, o estudante está aprendendo uma linguagem nova, expressada a alguém por meio de ordens, afirma Pereira (2013). Para fazer o Sprite desenhar um triângulo equilátero ele precisa imaginar como se estivesse caminhando por cima do triângulo, pensar o quanto precisa andar para frente, qual o grau do ângulo deve virar para a direita/esquerda e quantas vezes precisa fazer esse processo.

Quais seriam as potencialidades da programação para aprender geometria? Apresentaremos a seguir as potencialidades do ambiente *Scratch*, suas contribuições e possibilidades dentro da geometria.

2.3.1 Geometria do *Scratch*

Papert (1985) afirmava que a Geometria da Tartaruga era diferente da Geometria de Euclides, assim como a geometria do Sprite. Ou seja, a geometria do Sprite é computacional e não está resumida em relações e propriedades, ela apresenta outros sentidos à criança que contempla a Geometria formal.

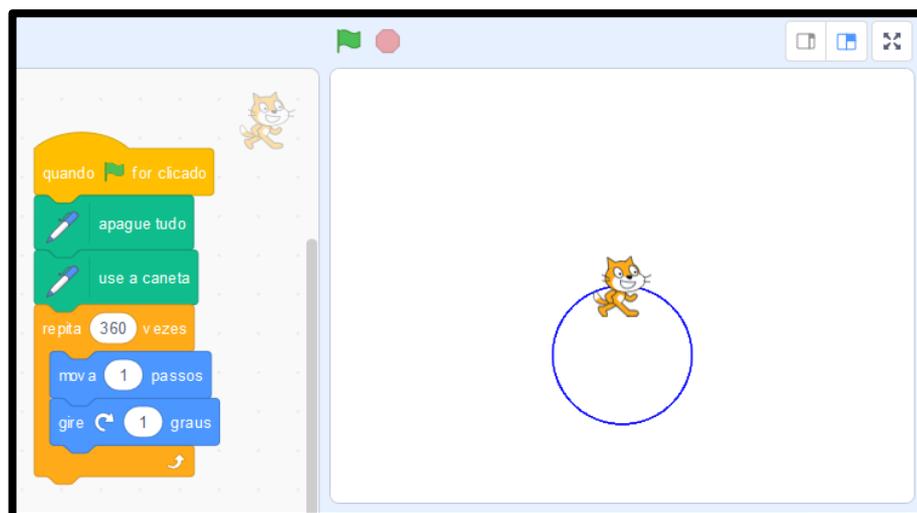
[...] Para fazer a Tartaruga desenhar um quadrado, a pessoa deve andar sobre o quadrado imaginário e descrever o que está fazendo, usando a linguagem da Tartaruga. Assim, trabalhar com a Tartaruga mobiliza a experiência e o prazer com o movimento. Toda essa experiência faz uso de um campo de conhecimento bem familiar à criança, a “geometria do corpo”, um ponto de partida para o desenvolvimento de conexões com a geometria formal. (PAPERT, 1985, p. 81)

O mesmo ocorre quando o aluno desenha um triângulo equilátero ou qualquer outra figura plana no *Scratch*, ele tem de ter a experiência de andar e mover-se utilizando as mesmas conexões com a Geometria formal desenvolvidas para a Tartaruga do Logo. Conforme Pereira (2013), o primeiro diferencial da Geometria do Sprite seria a resolução de um problema que não se sabe de imediato, mas pode-se

relacioná-lo ao que já se conhece. Ou seja, o sujeito sabe como é um triângulo equilátero (três lados com medidas iguais e três ângulos congruentes) e isso o ajuda a desenvolver a programação para desenhar o triângulo. Ele teria de pensar como se estivesse andando sobre o triângulo e testar o ângulo que deveria virar à direita para que o triângulo fosse equilátero. Além disso, teria de conhecer a soma dos ângulos internos para poder chegar ao ângulo interno (60°) e depois ao ângulo externo para virar (120°).

Outro exemplo, citado por Papert (1985) com o Logo, e que funciona de forma semelhante no *Scratch* é a construção de um círculo. Podemos perceber que se o gato mover-se “bem pouco” e girar “bem pouco”, desenhará o que aparentemente parece um círculo, porém não é um círculo e sim um polígono com 360 lados. Assim como Papert (1985) fez com a tartaruga com a seguinte programação: REPITA 360 [PF 1 PD 1], fazemos com o Sprite. Segue exemplo.

Figura 3 – Comandos do círculo.



Fonte: Dados da pesquisa

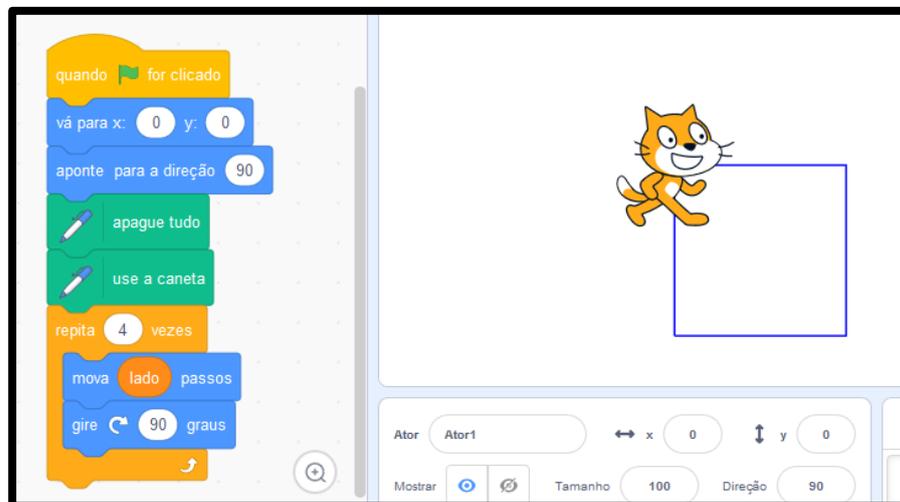
Visualmente é um círculo, porém na realidade é um polígono regular com 360 lados. Este exemplo nos permite ligar a construção deste círculo à noção de limite, do Cálculo Diferencial, conforme Pereira (2013), ao diminuir o tamanho do lado de um polígono, aumentando a repetição dos comandos (comando mova e comando gire). Pois, ao desenhá-lo repetindo 360 vezes os comandos “mova 1 passo” e “vire à direita 1 grau”, poderemos estar relacionando que um círculo pode ser aproximado com um polígono com 360 lados pequenos no qual seu perímetro aproxima-se do comprimento

da circunferência, sendo este o limite. O desenho formado pelo comprimento da circunferência seria o valor limite da sequência dos perímetros dos polígonos regulares inscritos de n lados na circunferência à medida que o número n de lados aumenta infinitamente. O sujeito, na circunstância do círculo, não estava aprendendo o formalismo do cálculo, mas seu uso e significado, diferentemente do que usar um compasso, ou perceber que infinitos pontos com a mesma distância do ponto central, formam o círculo. Logo, a geometria do Sprite une a geometria computacional com a de Euclides, e por meio de um novo pensar, relaciona invariantes de cada classe de objetos, conforme Pereira (2013).

2.3.1.1 Noção de variável

Outra potencialidade que pode ser introduzida ou trabalhada é a ideia de variável, que na maioria das vezes, é denominada por uma letra, representando um número mutável. Visando mostrar como o *Scratch* pode ser utilizado, apresentamos o programa do quadrado para um lado qualquer (figura 4):

Figura 4 – Comandos do quadrado com variável lado e o controle deslizante.



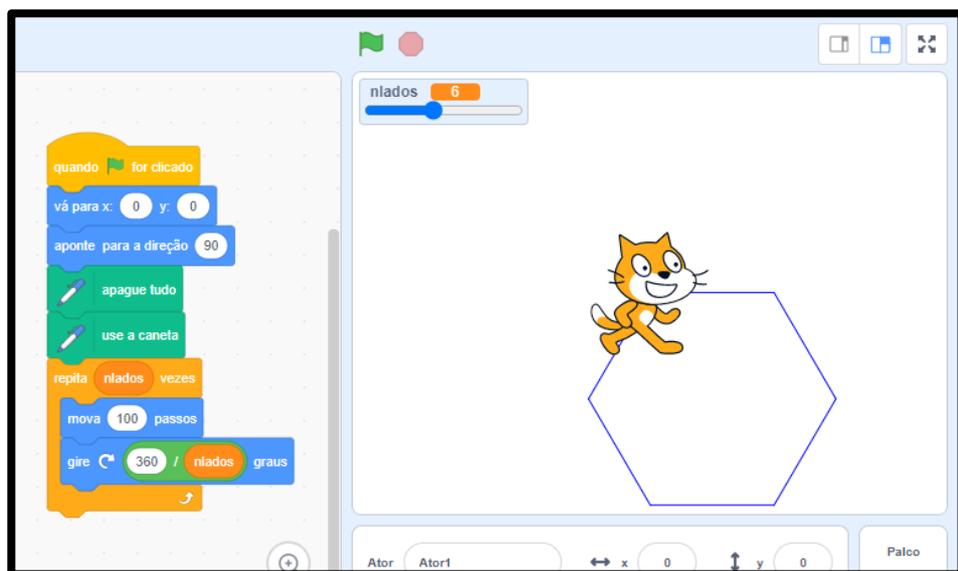
Fonte: Dados da pesquisa

Mas como chegamos a esta programação? Tomemos o programa do quadrado, já citado anteriormente, “repita 4 vezes”, “mova 100 passos” e “vire à direita 90 graus”, para alterar seu lado para 150 passos teríamos que trocar a programação no movimento do Sprite (conforme figura 2). Para não ter de fazer este processo inúmeras vezes, criamos uma variável para o lado desconhecido, chamada de “lado”. No *Scratch* existe a possibilidade de criar variável com controle deslizante,

determinando o valor máximo e o valor mínimo, arrastando para a área da programação.

Outro exemplo que podemos utilizar uma variável seria ao desenhar polígonos regulares com quantidade de lados quaisquer. Ao invés de fazer um triângulo equilátero, um quadrado e assim por diante, podemos criar uma variável com n lados (e com controle deslizante, definindo quantos lados terá) e colocá-la no lugar que indica quantas vezes pode se repetir o processo, conforme figura 5 a seguir.

Figura 5 – Comandos do quadrado com variável n lados



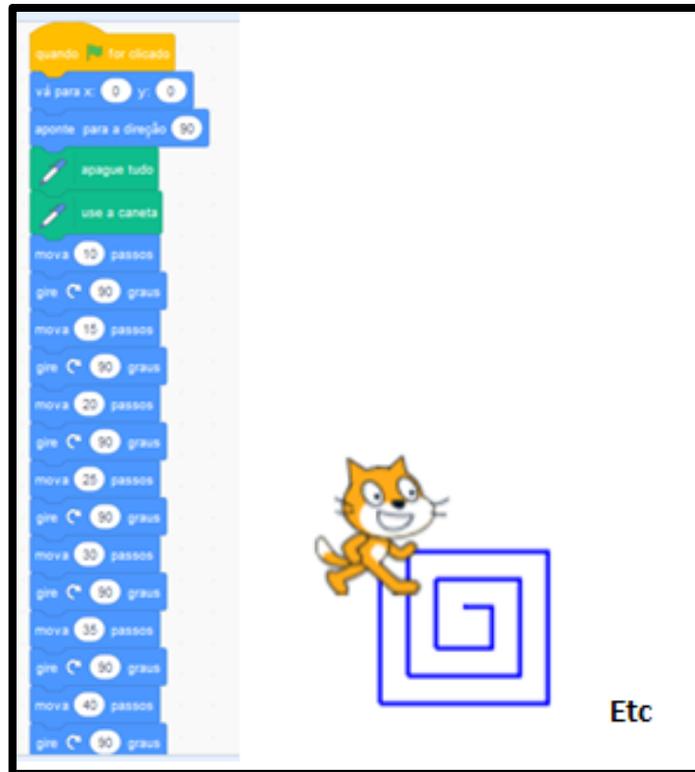
Fonte: Dados da pesquisa.

2.3.1.2 Estrutura de repetição

A estrutura de repetição, segundo Papert (1985), oferece para a criança o brincar com o infinito e o que significa ser um matemático; neste caso, pensamento numérico e geométrico interagem entre si. Vale lembrar que é o processo em que um determinado procedimento necessita da repetição completa deste mesmo procedimento. Um problema sugerido por Papert é o sujeito andar em espiral. Uma pessoa que está fazendo uma espiral com seu corpo, um mecanismo sequencial pode ser “dar um passo” e “virar para a direita”, “dar um passo maior” e “virar para direita novamente” e assim por diante. Para a programação no *Scratch*, pode ser “mova 10

passos”, “vire à direita 90 graus”, “mova 15 passos”, “vire à direita 90 graus” e assim por diante, aumentando de 5 em 5 a quantidade de passos, conforme figura 6 a seguir.

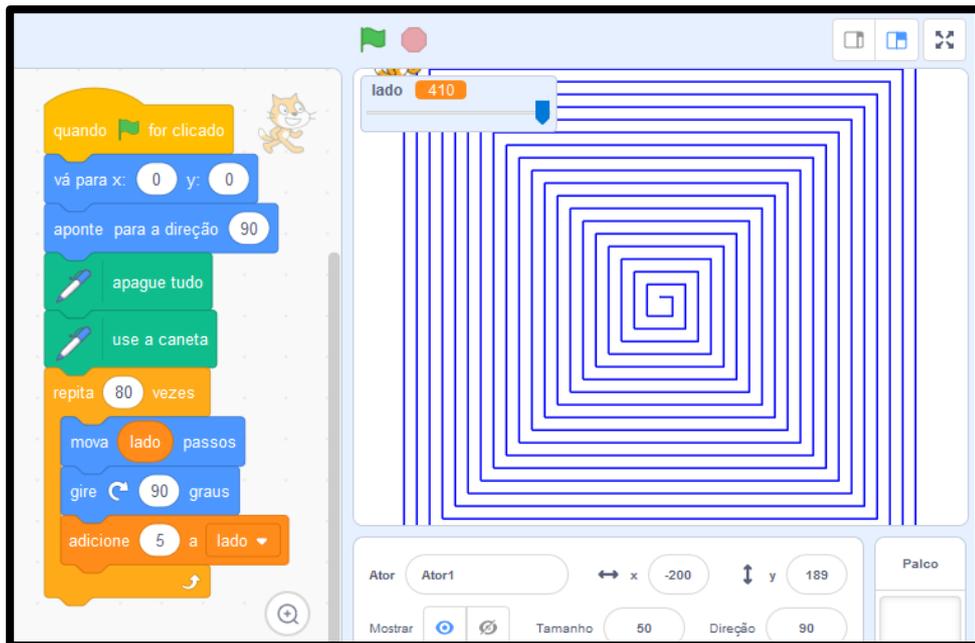
Figura 6 – Construção de uma espiral quadrada.



Fonte: Dados da pesquisa

Sabendo que o Sprite pode mover-virar-mover um número muito grande de vezes, podemos pensar em uma programação que envolva uma variável e tenha a repetição tornando possível a construção de espiral quadrada sugerida por Papert (1985). Ao definir uma variável “lado” e o controle deslizante com mínimo 10 e máximo 100, criamos os lados da espiral. Ao usar o comando “adicione 5 ao lado” e colocá-lo após a primeira programação e usar o comando da repetição, temos a espiral construída com uma programação. Segue a figura 7 com a programação e a imagem construídas.

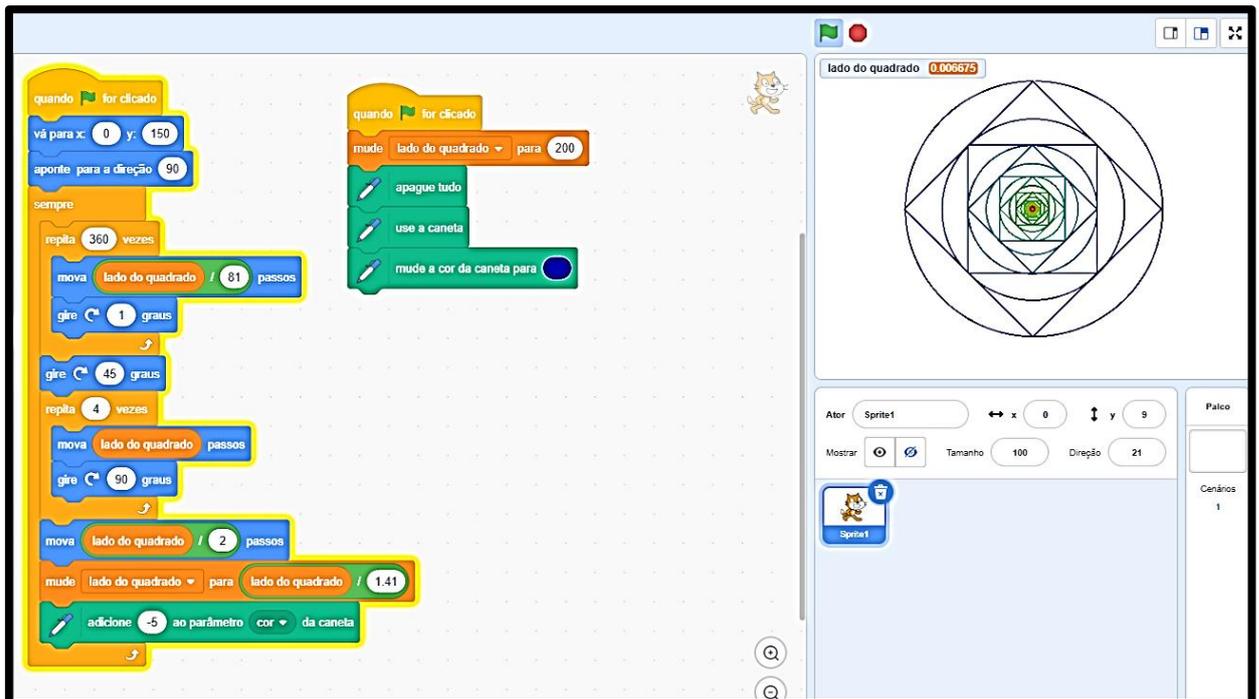
Figura 7 – Comandos do quadrado com repetição e variável



Fonte: Dados da pesquisa

Com a noção de infinito e um processo de repetição, conforme Pereira (2013), podemos entrar no mundo dos fractais. Embora o processo de construção de um fractal envolva um número infinito de passos, a programação tem condição de parada. Mesmo alguns acreditando não ser possível pelo grau de complexidade, desperta a atenção das crianças, estimula a curiosidade e as aproxima da ideia de ser um matemático, já que a ciência de certa forma torna o aprendizado mais interessante ao estudante. Conforme figura 8, podemos observar a aproximação da construção de um fractal por um trio da pesquisa, o intuito era inscrever e circunscrever figuras planas ao círculo reproduzindo a construção com régua e compasso no papel.

Figura 8 – Construção do projeto dos polígonos inscritos e circunscritos.



Fonte: Dados da pesquisa

“Aprende-se a apreciar e respeitar o poder das ideias; entre todas é a ideia de ideias poderosas” (PAPERT, 1985, p. 102). O poder dado ao estudante em ter uma ideia e desenvolver certos assuntos através do mundo do *Scratch*, testando e chegando às suas conclusões, é um poder que mobiliza a aprendizagem da Matemática, importante no seu desenvolvimento. Estes estudantes poderão refletir sobre suas escolhas, pensar sobre o pensar e desenvolver conceitos de Geometria.

3 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O ENSINO DA GEOMETRIA PLANA E A PROGRAMAÇÃO NO SCRATCH

Apresentamos uma revisão de literatura em relação à Geometria nos Anos Finais do Ensino Fundamental, em especial sobre trabalhos que abordam Programação e Geometria Plana. Primeiramente, iniciamos fazendo uma busca nos periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) entre os anos de 2014 a 2019. Na Capes, utilizando a palavra “*Scratch*”, encontramos 308 trabalhos, então filtramos para Ciências Exatas e da Terra, obtendo então 47 trabalhos. Utilizando o filtro “ensino de Matemática”, dentro desta mesma pesquisa, obtivemos apenas oito dissertações, sendo que somente duas envolvem o software *Scratch* e a Geometria, pois as outras eram relacionadas a outros conteúdos matemáticos. Além disso, realizamos a mesma pesquisa no Lume - Repositório Digital da UFRGS, selecionando mais três dissertações envolvendo Geometria Plana e Programação que mais interessavam para a pesquisa. Das cinco dissertações, quatro abordam o software *Scratch*, e uma o software Logo. São elas:

Quadro 1 – Apresentação das dissertações

Título	Autor/autora	Ano	Instituição
Aprendizagem de tópicos de geometria em ambiente Logo: Uma proposta didática para os Anos Finais do Ensino Fundamental.	Flávia de Ávila Pereira	2013	UFRGS
Programação em <i>Scratch</i> na sala de aula de matemática: investigações sobre a construção do conceito de ângulo.	Kátia Coelho da Rocha	2017	UFRGS
Contribuições da linguagem <i>Scratch</i> para o ensino da geometria.	Vanessa de Sousa Queiroz	2018	IFSP
Benefícios para o estudo de geometria plana com o compilador de programação <i>Scratch</i> .	Délcio Régis Haubert	2018	URI

Construção de mosaicos utilizando a linguagem de programação <i>Scratch</i> como ferramenta para o ensino de geometria plana.	Jéssica Cristina de Oliveira Marques	2019	UTFPR
Programação nos anos iniciais: uma contribuição para a aprendizagem da matemática	Natali Brandt	2019	UFRGS

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisarmos, em geral, os trabalhos que apresentam estudos de Geometria Plana e programação, percebemos que o foco do estudo nem sempre é a Geometria, mas uma união entre os dois objetos do conhecimento, ou seja, a utilização e contribuição dos recursos tecnológicos para ensinar a Geometria. A Geometria é desenvolvida através da programação e, muitas vezes, envolve atividades práticas. Optamos, então, por analisar separadamente as dissertações em relação a seus conceitos principais, suas semelhanças e diferenças em relação a nossa pesquisa.

Pereira (2013), aborda o software Logo justificando o fato de que, mesmo que existem outras formas de linguagem de programação mais modernas, elas possuem o mesmo espírito que originou o Logo, permitindo que leigos em programação de computadores possam aprender a programar. Também apresentou as potencialidades do Logo, tais como, a Geometria da Tartaruga, dentro dela a introdução de variável, a recursão, a construção de um “quase” fractal, contribuindo de maneira significativa para a pesquisa em relação às potencialidades do *Scratch*. Seu foco nos conceitos abordados foram ângulo e plano cartesiano e na construção de figuras planas utilizando coordenadas no plano cartesiano.

Rocha (2017) focou, em sua pesquisa com o *Scratch* nos conhecimentos matemáticos e em como os alunos expressavam esses conhecimentos em atividades de programação envolvendo conceitos de ângulos. A autora juntou as atividades práticas (montagem de uma mochila para viajar) e as desenvolvidas no software (programação de diversos labirintos) para descrever algoritmo e pensamento computacional. Como produto final, um labirinto foi elaborado pelos alunos e serviu de inspiração para a sistematização dos processos no trabalho com polígonos regulares dessa pesquisa. Rocha (2017) afirma que durante todo esse processo, os

pensamentos dos alunos foram expressos por gestos, programas, registros escritos, registros orais e movimentos com o corpo.

Queiroz (2018) aponta que existe carência de materiais alternativos para o estudo de conceitos de Geometria e desenvolve diversas atividades de Geometria Plana com o uso do *Scratch* para cada um dos anos pertencentes aos Anos Finais (6º, 7º, 8º e 9º). Devido a isso, são diversos conceitos enfocados, como polígonos regulares e construção de um fractal, semelhante ao da presente pesquisa. Queiroz (2018) comenta que ao desenvolver os conceitos principais, os professores, frequentemente, demonstravam sua preocupação por não saberem quais recursos utilizar para trabalhar a Geometria Plana de forma significativa e evitar a adoção do quadro como única opção.

Haubert (2018) buscou explorar o recurso do Programa *Scratch* em três etapas, conceitos de Geometria com figuras planas, suas construções e fórmulas para cálculos de áreas. Na primeira etapa, utilizou régua e compasso para rever conceitos de ângulos e propriedades das figuras planas, na segunda etapa, a dedução de fórmulas para cálculo de áreas com a resolução de problemas, ainda sem programação. E por último abordou a utilização do *Scratch* para construção de figuras planas juntamente com os cálculos de áreas, fazendo com que os alunos pensassem em como calculariam utilizando a programação. Enfatizou que uma das principais contribuições do processo foi o aluno expressar suas ideias e mobilizar suas resoluções com novos significados.

Marques (2019) escolheu como assunto a ser tratado polígonos regulares e a construção de mosaicos. Fez uma breve história da Geometria e sua evolução ao longo do tempo, sobre a arte dos mosaicos e sua conexão com a Matemática. A construção dos mosaicos foi composta por padrões geométricos repetidos, com ênfase na exploração das figuras geométricas planas, nas noções de direção e sentido e ângulos. Marques (2019) não aplicou seu planejamento com os alunos, pois seu programa de mestrado não exigia.

Brandt (2019) abordou a construção de conceitos relacionados à localização e à movimentação espacial com estudantes de quarto e quinto ano, tanto no espaço físico quanto no *Scratch*. Fundamentou sua dissertação na Teoria dos Campos Conceituais desenvolvida por Gerard Vergnaud e nas ideias construtivistas de Piaget e Inhelder. Em relação à criação das atividades baseou-se nas ideias construcionistas

desenvolvidas por Seymour Papert. Constatou que ambas as formas de utilização da programação (no espaço físico e no *Scratch*) contribuíram para o desenvolvimento dos conceitos abordados, tais como, lateralidade, coordenadas cartesianas e ângulo. Além de outros conceitos relacionados à matemática, como: condicionalidade, números inteiros, e as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Observamos que os conceitos enfocados nas pesquisas desenvolvidas são ângulos, construções de figuras planas, bem como áreas, plano cartesiano e algoritmos. Em relação ao planejamento das atividades são utilizadas por quatro das seis dissertações as ideias do Construcionismo de Papert. Haubert (2018) não especificou o uso de Papert para as suas atividades, ele apenas citou com outros dois autores Resnick (2009) e Beer (2013) em defesa do uso do compilador *Scratch*. E Marques (2019) desenvolveu atividades focando em obras de arte do artista Maurits Cornelis Escher. Em relação ao referencial teórico aparecem três: Queiroz (2018) utilizou os níveis de aprendizagem em Geometria segundo Van Hiele, Pereira (2013), Rocha (2017) e Brandt (2019) utilizaram os Campos Conceituais de Vergnaud. Ainda destacando que Rocha (2017) usou na sua pesquisa Piaget e Brandt (2019), abordou as concepções de Piaget e Inhelder (1993) sobre o desenvolvimento dos conceitos relacionados com a Geometria na criança.

Segundo Rocha (2017), as pesquisas mostram que o uso do *Scratch* no ensino de Matemática tem crescido nos últimos anos. As propostas de utilização são variadas; há estudos que consideram o uso mais livre pelos alunos, outros um uso mais dirigido ou ainda a mescla dos dois.

Todas as dissertações analisadas descrevem o uso da tecnologia como principal contribuinte para o processo de aprendizagem em Geometria. Porém, a forma com que se utilizam os recursos tecnológicos é que propõe um ambiente de aprendizagem, numa perspectiva de mudança das práticas escolares e com a devida formação do professor para isso.

4 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria cognitivista, que visa fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, conforme Brun (1996). Ou seja, a Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria psicológica do processo de desenvolvimento da conceitualização do real. Pai da teoria, Gerard Vergnaud é Doutor em Psicologia pela Universidade Sorbonne, de Paris, e discípulo de Jean Piaget durante os anos 60, sendo:

Fundador da Escola Francesa de Didática da Matemática e também do Instituto de Pesquisa sobre o Ensino de Matemática (IREM) nas Universidades da França, considerado como um dos pilares do movimento conhecido como movimento da didática das matemáticas (FIOREZE, 2010, p. 30).

De acordo com Falcão (2009), o psicólogo francês Gerard Vergnaud afirma que as sementes dos seus aspectos teóricos que o fizeram se aproximar de Piaget surgiram no seu estudo na área de mímica. Vergnaud foi convidado, pelo seu mestre a refletir sobre a importância do gesto corporal como elemento complexo e organizado em esquemas e a importância no refinamento desses gestos como elementos de comunicação, aprimoramento de repetição e pela inovação criativa. Esses princípios teriam papel importante na sua teoria posteriormente quando se confrontam com os conceitos piagetianos. Conforme Vergnaud relata, foi desenvolvida “[...] a teoria dos campos conceituais para tentar melhor compreender os problemas de desenvolvimento específicos no interior de um mesmo campo de conhecimento” (1996, p. 11).

O domínio de um campo conceitual ocorre ao longo de um largo tempo através da experiência, maturidade e aprendizagem, de acordo com Moreira (2002). Para entendermos melhor a teoria de Vergnaud, primeiramente devemos compreender como ela se organiza e quais são seus aspectos. Para isso, veremos a definição de campo conceitual, e em seguida os conceitos de esquemas, situação e invariantes operatórios.

4.1 CAMPOS CONCEITUAIS

Vergnaud, preocupado com as dificuldades das crianças no aprendizado das operações elementares, procurou conhecer os procedimentos mais utilizados por elas. De acordo com Costa (2007), o aluno busca novos caminhos para resolver os problemas apresentados mesmo que seus conhecimentos não sejam suficientes para a resolução. Nesta busca, Vergnaud (1996, p. 166) afirma “Uma abordagem psicológica e didática da formação de conceitos matemáticos conduz-nos a considerar o conceito como um conjunto de invariantes utilizáveis na ação”. Dessa forma, a definição de um conceito seria o conjunto de situações que constituem a referência de suas propriedades e o conjunto de esquemas utilizados pelos sujeitos que fazem a conceitualização de um campo conceitual.

A operacionalidade de um conceito deve ser experimentada através de situações variadas, e o investigador deve analisar uma grande variedade de condutas e de esquemas para compreender em que consiste, do ponto de vista cognitivo, este ou aquele conceito. (VERGNAUD, 1996, p. 166).

Cada conceito deve ser desenvolvido em variadas situações, e o professor deve analisar os vários esquemas gerados pelos estudantes para solucionar a situação em que foram colocados. Segundo Homem (2013), a aprendizagem de um novo conhecimento é influenciada pela atividade da qual participa e pelas situações nas quais está envolvido permitindo a interação com os outros e a representação desse conhecimento por meio de formas linguísticas e simbólicas. Para Homem (2013), o sujeito deve passar por situações novas e desestabilizadoras para que o aprendizado aconteça.

O conceito, segundo Vergnaud (1996), é uma trinca de três conjuntos, $C = (S, I, s)$:

S: conjunto das situações que dão sentido ao conceito (a referência);

I: conjunto de invariantes nas quais assenta a operacionalidade dos esquemas (o significado);

s: conjunto das formas pertencentes e não pertencentes à linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante).

Para aprender os conceitos de Geometria Plana, há uma necessidade de se trabalhar situações diversas que dão conta da amplitude do campo conceitual pois um conceito é um conjunto vasto de propriedades, cuja pertinência varia de acordo com as situações a serem tratadas. Segundo Fioreze (2010), essas propriedades poderão ser compreendidas durante um longo período de tempo, no curso da aprendizagem.

Neste sentido, a presente pesquisa pretende compreender o processo de construção da aprendizagem a partir da teoria dos campos conceituais utilizando a programação no *Scratch* no ensino da Geometria. Assim, a pesquisa terá como foco as construções, as representações, as estruturas, as propriedades e as relações construídas pelos estudantes. As estruturas no espaço e suas relações projetivas e euclidianas são desenvolvidas na infância, e ao longo do desenvolvimento do sujeito, elas vão se aprofundando e moldando o campo conceitual, ou seja, é através dessas vivências que se constrói o aprendizado. “Conforme a criança vivencia ativamente situações no espaço, ela vai compreendendo progressivamente estas relações e transformações” (HOMEM, 2013, p. 40).

Segundo Moreira (2002), três argumentos levaram Vergnaud a desenvolver o conceito de campo conceitual, um conceito não se forma somente em uma situação; em uma situação não se analisa apenas um conceito; e a apropriação de um campo conceitual se dá através do processo de muito fôlego. É através das situações e não dos conceitos que ocorre a entrada de um campo conceitual. Por isso, algumas definições da teoria de Vergnaud devem ser especificadas, tais como situações, esquemas e invariantes operatórios.

Uma situação é uma combinação de relações de base com dados conhecidos e desconhecidos, ou seja, é definido por Vergnaud como tarefa. Segundo Moreira (2002), toda a situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas. “São as situações que dão sentido aos conceitos matemáticos” (VERGNAUD, 1996, p. 179). Segundo Rocha e Basso (2017), existem dois tipos de situações, a primeira é a classe de situações que o sujeito já possui as competências necessárias para lidar com elas, e a segunda é a classe de situações que o sujeito não possui todas as competências necessárias para chegar à solução desejada e para isso precisa de esquemas combinados e recombinações para resolvê-la.

O conceito de esquema é um conjunto de ações, e são as formas de organização de um esquema que organizam o pensamento, conforme Vergnaud (1996). É nos esquemas que os estudantes devem procurar seu conhecimento e pô-lo em prática (ação).

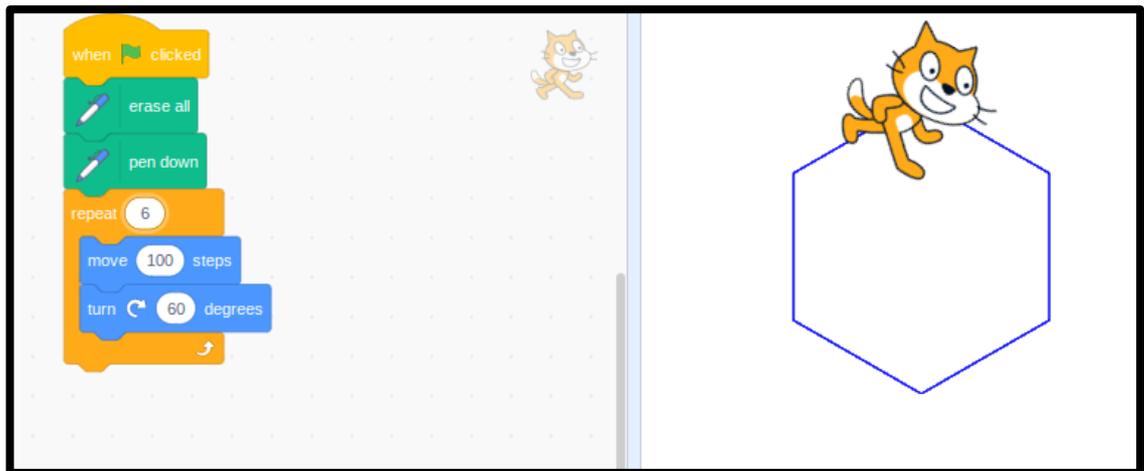
O esquema que organiza o movimento do corpo do atleta no momento do salto em altura representa um conjunto impressionante de conhecimentos espaciais e mecânicos. A conduta do saltador pode sofrer determinadas variações, mas a análise dos seus ensaios sucessivos coloca em evidência numerosos elementos comuns. [...] Esta organização perceptivo-motora pressupõe, pois, categorias de ordem espacial, de ordem temporal e de ordem mecânica (orientações no espaço, distância mínima, sucessão e duração, força, aceleração e velocidade...), bem como conhecimentos-em-ato que, fossem explicitados poderiam assumir a forma de teoremas de geometria e de mecânica. (VERGNAUD, 1996, p. 157)

A forma como o atleta organiza seu raciocínio, seu comportamento e suas estratégias (espaciais e mecânicas) perante seu problema, no caso o salto, é chamado de esquema. Ele utiliza todo o seu conhecimento experimental e racional para resolver seu problema. O mesmo acontece na formação de novos esquemas para determinadas situações para desenvolver um conceito, utilizando-se dos seus conhecimentos prévios e de experimentação para resolver o problema.

Conforme Vergnaud (1993), o conceito de esquema divide-se em duas categorias: na primeira, o sujeito tem as competências necessárias para resolver um problema com apenas um esquema; na segunda, o sujeito hesita, erra e tenta outras abordagens, ou seja, faz uso de novos esquemas chegando ao sucesso ou ao fracasso. Pensando na segunda categoria, o sujeito descobre novos aspectos e eventuais novos esquemas enriquecendo o aprendizado. Um esquema é composto por um conjunto de ações que buscam atingir um objetivo e também é composto por invariantes operatórias (conhecimento em ação e conceitos em ação).

Teorema em ação são proposições verdadeiras ou não sobre o real e conceito em ação são objetos ou categorias de pensamento tidas como relevantes. “O uso do termo “em ação” por Vergnaud, como o nome se refere, corresponde à ideia de que o estudante usa esses conhecimentos durante a situação” (ROCHA, BASSO, 2017, p. 6). Segue a figura 9 para representar um exemplo de conceito em ação:

Figura 9 – Programação da construção do hexágono pelo trio 8



Fonte: Dados da pesquisa

Observamos que há vários conceitos envolvidos na situação apresentada pela programação que o Sprite tem de desenhar e são todos da mesma relevância, envolvendo ângulos, deslocamento, algoritmo e programação. Segundo Rocha e Basso (2017) há vários conceitos envolvidos durante a construção do hexágono, mas cada estudante, a partir de seus esquemas e de suas experiências anteriores, pode ativar um grupo diferente de conceitos para a resolução.

Partindo da ideia de Rocha e Basso (2017) da situação representada pela figura 11, podemos pensar sobre a presença de teoremas em ação. O estudante, durante a resolução do problema, faz suposições como: para deslocar o Sprite é necessário utilizar apenas o bloco de movimento; o Sprite gira a partir da posição anterior sob o ângulo tal; o deslocamento horizontal pode ser obtido alterando o valor da variável x; a programação precisa ser estruturada na sequência em que se deseja produzir os movimentos.

De acordo com Moreira (2002), a relação entre eles é dialética, os conceitos são ingredientes dos teoremas e os teoremas são propriedades que organizam os conteúdos dos conceitos. Os dados a serem trabalhados e a sequência de cálculos dependem de teoremas-em-ação e de diferentes tipos de elementos pertinentes.

O professor deve ser um mediador, não apenas no sentido de acompanhar a aprendizagem e de propor situações aos alunos, mas também de propor representações simbólicas acessíveis que colaborem para a formação da estrutura conceitual. (ROCHA, BASSO, 2017, p. 9)

Neste caso, é através de situações de Geometria descritas a seguir, com possíveis representações e esquemas utilizados e externalizados pelos estudantes, que propomos uma maneira de compreender e auxiliar o aluno em seu processo de aprendizagem.

5 METODOLOGIA

Este capítulo destina-se a explicitar a metodologia utilizada para a realização da pesquisa. Ao final do capítulo será apresentado o roteiro de atividades destinadas ao nono ano dos Anos Finais, tendo o produto didático resultante da pesquisa apresentado no apêndice A.

A metodologia da presente pesquisa caracteriza-se por ser qualitativa, pois pretende compreender fenômenos e problemáticas investigativas, examinando-os no contexto em que se inserem. Segundo Minayo (2011), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, valores e atitudes, apresentando uma análise profunda das relações sociais, dos processos e dos fenômenos.

A escolha por esse tipo de abordagem deu-se ao fato de que suas características contemplam os pressupostos da pesquisa. Bogdan e Biklen (1994) definiram cinco características da pesquisa qualitativa:

1. “Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal” (p. 47);
2. “A investigação qualitativa é descritiva” (p. 48);
3. “Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos” (p. 49);
4. “Os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva” (p. 50);
5. “O significado é de importância vital na abordagem qualitativa” (p. 50).

Levando em consideração as características apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), buscamos construir durante a investigação um ambiente no qual os alunos fossem livres para expressarem suas ideias, suas construções e suas opiniões, pois o comportamento humano é influenciado pelo contexto. Além disso, temos como objetivo a análise do caminho percorrido no processo de aprendizagem dos alunos, objetivando compreender a construção do pensamento através da programação.

Voltando à problemática principal da pesquisa, buscamos investigar a forma como os estudantes externalizam seus conhecimentos ao programarem situações envolvendo polígonos regulares. Procuramos identificar as relações estabelecidas

pelos alunos sobre as construções geométricas dentro da programação, através dos esquemas e conceitos construídos por eles. Para isso, o presente estudo baseia-se na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993) para melhor compreender o desenvolvimento dos conceitos relacionados aos polígonos regulares levando em consideração os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação utilizados pelos estudantes durante a resolução das situações. Além disso, buscamos seguir as características do Construcionismo desenvolvido por Papert (1985), objetivando valorizar as construções individuais dos alunos.

A experimentação foi realizada no segundo semestre do ano de 2019 com discentes do nono ano do Ensino Fundamental dos Anos Finais de uma escola privada, localizada na zona norte de Porto Alegre. A instituição de ensino conta com sete turmas de 9º ano, com aproximadamente trinta e cinco alunos em cada uma delas. É importante destacar a existência de um setor de Tecnologia em Educação dentro da escola, servindo como apoio aos professores com *Chromebook* e *Ipads*.

Optamos por desenvolver a pesquisa com uma turma de nono ano com 33 alunos, sendo pesquisados 28 desses alunos, pois cinco deles não entregaram o termo de consentimento livre e esclarecido. A escolha foi aleatória, uma vez que foi feito um sorteio para selecionar a turma. Foram realizados 14 encontros de 50 minutos cada, que estão divididos entre atividades de programação e Geometria no espaço físico e programação no *Scratch*. Para melhor organização da pesquisa, sempre que nos referenciarmos a algum aluno da turma, usaremos letras do alfabeto (A, B, C, D e assim por diante) e para cada grupo e/ou trios usaremos números para descrevê-los, por exemplo, grupo 1, grupo 2, grupo 3, trio 1, trio 2.

Em relação à coleta de dados, foram gravados áudios de todos os encontros, registros das produções dos alunos, fotos e construções dos estudantes no *Scratch*. Para validação da pesquisa foi solicitado aos alunos o termo de consentimento livre e esclarecido dos alunos e de seus pais, e também a carta de apresentação à escola, anexada nos apêndices. Através do software *Loom*, temos a gravação das imagens da tela do computador e das falas dos estudantes durante o processo. É importante destacar que a pesquisadora não tem intenção de interferir nos resultados finais; foram analisados os esquemas que serviram de base para o pensamento e a construção do conhecimento. Segundo Mynaió (1993), o professor é mediador entre

a análise e a produção de informações dos estudantes, mas também mediador na interação entre ele e seus alunos para que a pesquisa aconteça.

As atividades foram desenvolvidas em cinco momentos: introdução à linguagem de programação; desafios de programação e Geometria; construções de polígonos regulares no *Scratch*; projeto de polígonos inscritos e circunscritos a uma circunferência com régua e compasso e construção do projeto no *Scratch*. A seguir, apresentamos o roteiro aplicado aos alunos.

5.1 ROTEIRO DE ATIVIDADES

No desenvolvimento das atividades de programação buscamos desenvolver conceitos de Geometria plana com foco na construção de figuras planas no *Scratch*. A seguir encontram-se a organização no quadro 4 e as descrições das atividades propostas.

Quadro 2 – Descrição de atividades

Aula	Nº de horas-aula	Conteúdo
1	3	Introdução da linguagem de programação via site <i>A hora do código: Programaê!</i>
2	2	Desafios envolvendo figuras planas, construção com régua e compasso, e programação.
3	1	Apresentação do <i>Scratch</i> .
4	2	Atividade no <i>Scratch</i> – construção e rotação de polígonos regulares.
5	2	Projeto da construção de polígonos inscritos e circunscritos na folha A3. (Artes e Matemática)
6	4	Atividade no <i>Scratch</i> – reprodução do projeto com polígono inscritos e circunscritos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Aula 1 - 1º, 2º e 3º encontros (3 horas-aula)

Os 1º, 2º e 3º encontros são destinados à introdução da linguagem de programação com jogos *Star Wars* e *Frozen*, utilizando o site A hora do código: Programaê! O site foi escolhido por possuir uma série de trilhas a serem seguidas com níveis diferentes que visam ensinar aos alunos de qualquer idade a programar e criar seus próprios jogos, além de ter vídeos explicativos a cada nível de dificuldade. Segue interface do site:

Figura 10 - Trilhas do site A hora do Código: Programaê!



Fonte: site A hora do Código: Programaê!

Foram escolhidas duas trilhas do site, os estudantes trabalharam individualmente e responderam perguntas a respeito das etapas de cada trilha e seu entendimento da linguagem de programação.

A primeira trilha escolhida é o *Star Wars*³ considerada pelo site como nível 1, pois ensina os primeiros passos da programação, mostrando noções de movimento no plano do personagem BB8. A trilha é composta de 15 etapas com diferentes níveis de dificuldade. Conforme os estudantes vão avançando nas etapas, o grau de dificuldade vai aumentando até criar os próprios personagens e as próprias pontuações. Segue interface do nível 1 (figura 11) *Star Wars*.

³Acesso link à trilha Star Wars:

https://studio.code.org/s/starwarsblocks/stage/1/puzzle/1?utm_source=programae&utm_campaign=HoraDoCodigo&utm_term=StarWarsBlocos

Figura 11 - Trilhas *Star Wars*.



Fonte: site A hora do Código: Programaê!

A segunda trilha escolhida é do filme *Frozen*⁴ sendo esta mais direcionada à construção de figuras planas, tais como quadrado, paralelogramo, círculo e fractal (denominada de floco de neve). A trilha é dividida em 15 etapas a serem cumpridas pelo participante (como na trilha *Star Wars*), as programações são mais elaboradas, ensinando o aluno a usar o comando repetir n vezes, pular para frente e utilizar de ângulos para as construções (figura 7).

Figura 12 – Trilha *Frozen*.



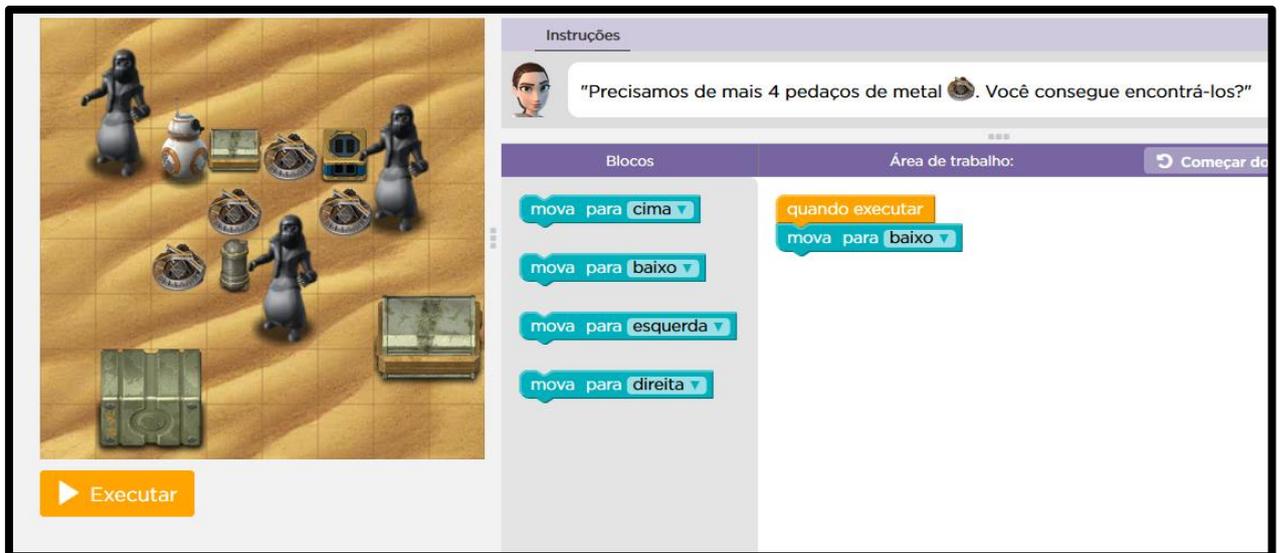
Fonte: site A hora do código.

Durante a programação nas trilhas do *Star Wars* e *Frozen*, foram realizadas perguntas em relação às percepções dos estudantes. Seguem as perguntas:

⁴Acesso Link à trilha Frozen: <https://studio.code.org/s/frozen/stage/1/puzzle/1>

1) Ao se deparar com o jogo do *Star Wars*, você tem que ajudar o BB8 a recolher sucatas utilizando blocos de programação que comandam o personagem. Quais blocos você usaria para recolher a sucata nesta situação específica do jogo? Escreva no espaço em branco como se fosse completar os comandos.

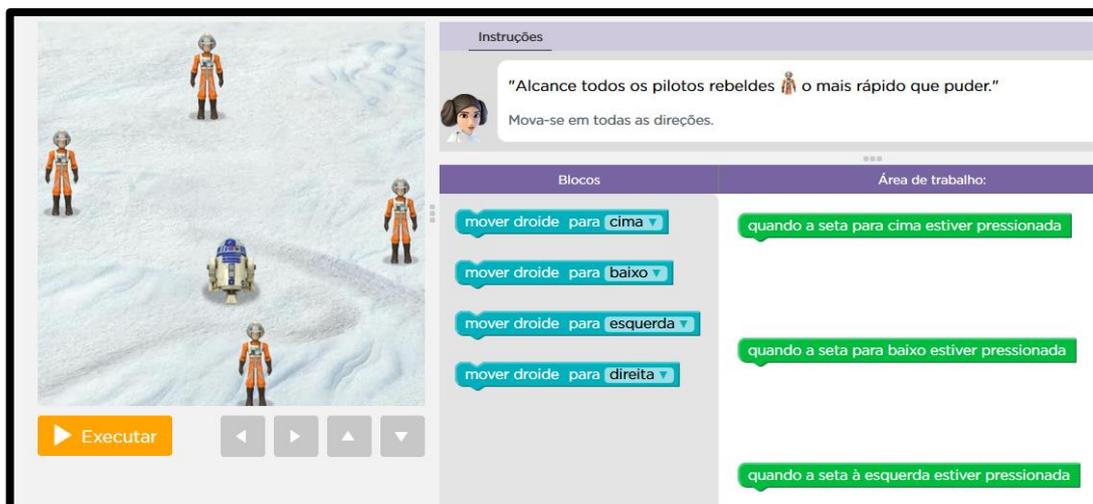
Figura 13 – Etapa 6 da trilha *Star Wars*.



Fonte: site A hora do código.

2) Conforme as etapas vão passando as funções do jogo vão alterando e fornecendo outras funções, como “quando a seta para cima estiver pressionada”, dando mobilidade aos personagens. Mostre novamente quais opções você usaria para concluir a jogada de buscar os pilotos rebeldes.

Figura 14 – Etapa 8 da trilha *Star Wars*.



Fonte: site A hora do código.

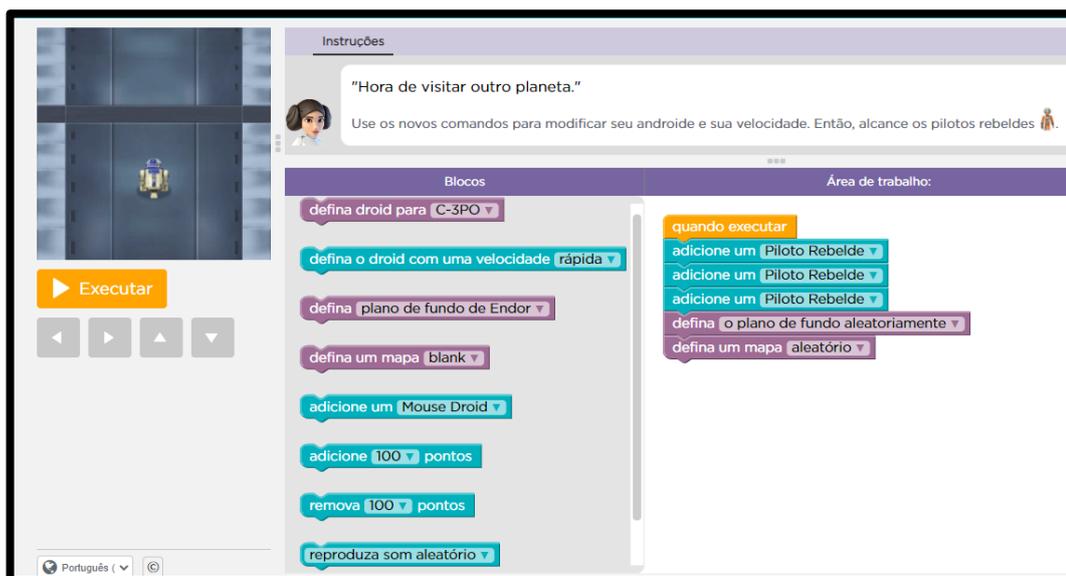
3) Conforme as etapas da trilha vão avançando, o grau de dificuldade vai aumentando, você vai incluindo não só personagens como também a pontuação deles. A trilha vai se tornando cada vez mais um jogo criado por você. Analisando as duas imagens a seguir, quais estratégias você utilizou para resolvê-las? Explique-as.

Figura 15 – Etapa 10 da trilha Star Wars.



Fonte: site A hora do código.

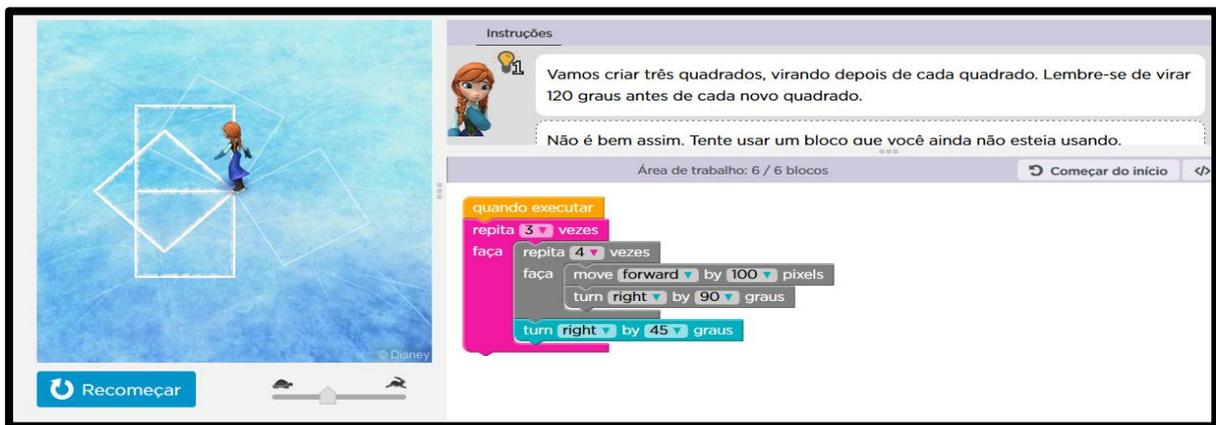
Figura 16 – Etapa 14 da trilha Star Wars.



Fonte: site A hora do código.

- 4) Sobre o jogo *Frozen*, quais diferenças matemáticas você consegue perceber em relação ao jogo *Star Wars*? Explique.
- 5) Para construir um quadrado no jogo *Frozen* quais comandos e/ou blocos você usaria? Descreva a construção e desenhe o quadrado.
- 6) Observe a situação do jogo abaixo, a Ana acabou se enganando e não conseguiu completar o que estava sendo pedido, qual foi seu erro? Como você faria para consertar o erro? Monte os blocos corretamente a seguir.

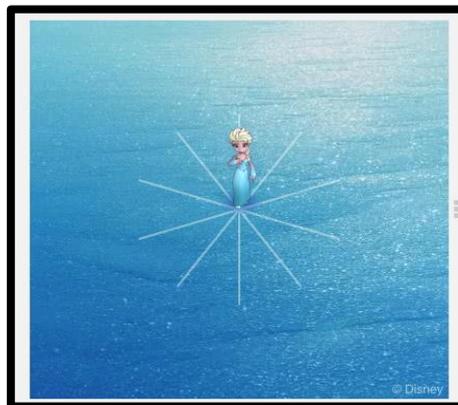
Figura 17 – Etapa 4 da trilha *Frozen*.



Fonte: site A hora do código.

- 7) A Elsa precisa construir 10 segmentos de retas, qual o ângulo utilizado para que ela conclua a construção? Qual cálculo matemático você fez? Monte os blocos que desenhariam essa situação.

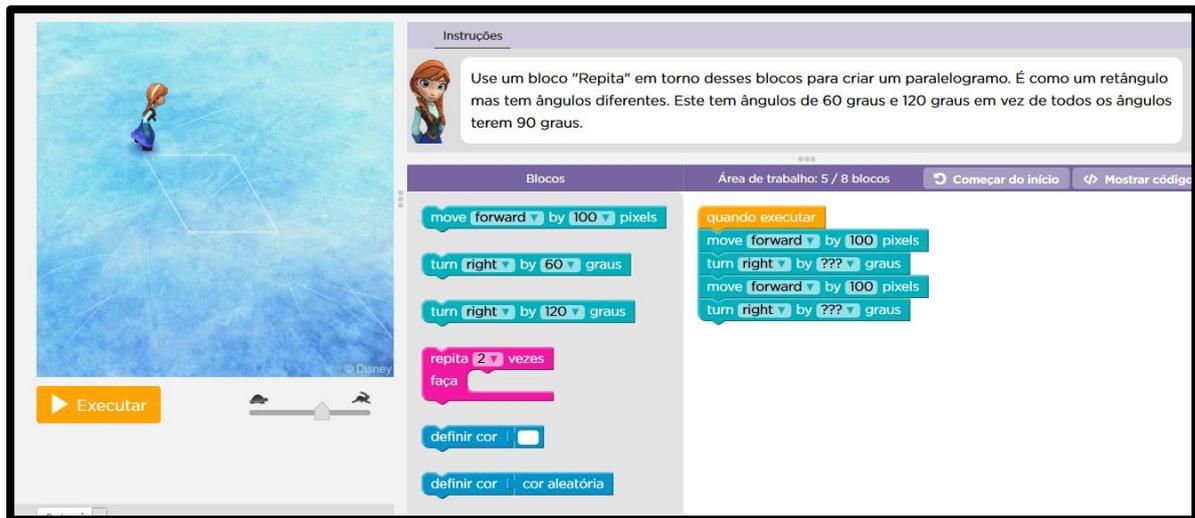
Figura 18 – Etapa 8 da trilha *Frozen*.



Fonte: site A hora do código.

- 8) Como você construiu o paralelogramo da Ana? Descreva utilizando os blocos.

Figura 19 – Etapa 10 da trilha Frozen.



Fonte: site A hora do código.

- 9) Em relação às trilhas *Star Wars* e *Frozen* você identifica a Matemática utilizada na programação? Descreva para cada uma das trilhas.
- 10) O que você entendeu de programação e qual a relação com a Matemática na sua aplicação?

Aula 2 - 4º e 5º encontros (2 horas-aula)

Os 4º e 5º encontros têm como objetivo lembrar alguns conceitos de Geometria, como rotação, translação, ângulos, construção de figuras planas, e desenvolver habilidades de programação. Os alunos são divididos em grupos de quatro a cinco integrantes e são convidados a resolver seis desafios que envolvem lateralidade (direita, esquerda, sobe, desce), noção espacial, construção de figuras planas com régua e compasso e programação no espaço físico, ou seja, sem o uso do computador (desplugados).

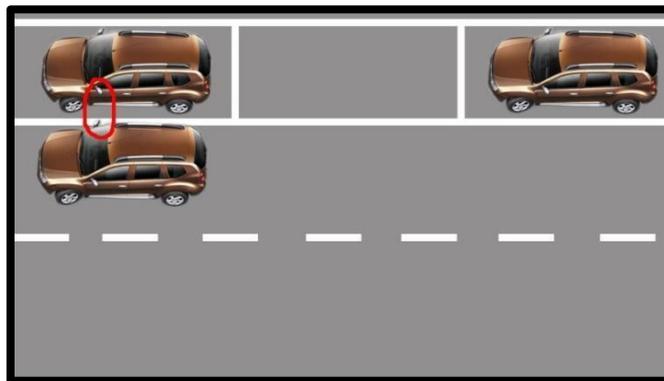
1º desafio – Consiste em construir com régua e compasso um triângulo equilátero com medida qualquer de lado. Foram fornecidos a régua e o compasso para cada grupo.

2º desafio – Para o segundo desafio são fornecidos em forma de blocos físicos os seguintes comandos: “repetir n vezes”, “andar para frente x passos”, “andar para trás

x passos”, “virar y graus para direita” e “virar y graus para a esquerda”. Utilizando a linguagem de programação, os alunos construirão novamente um triângulo equilátero.

3º desafio – O terceiro desafio envolve como fazer a baliza entre dois carros, conforme figura a seguir, utilizando conhecimentos matemáticos, tais como quanto o carro deve percorrer para frente e para trás, qual ângulo deve usar para entrar com o carro, entre outros, descrevendo seus passos e cálculos. Dessa forma, os alunos deverão mobilizar conhecimentos de distância, deslocamento, ângulo e espaço.

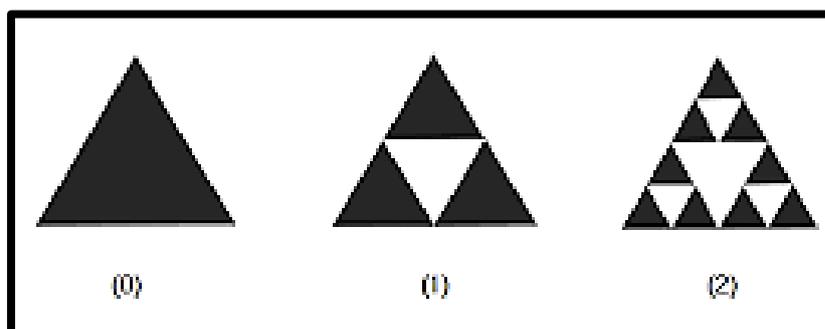
Figura 20 – Desafio 3.



Fonte: Autora.

4º desafio – O quarto desafio consiste na construção das primeiras iterações do triângulo de Sierpinski. Este desafio serve como uma pequena amostra de um fractal, para que o aluno possa observar e analisar o padrão de construção e futuramente ajudar a desenvolver o que se aproxima de um fractal no *Scratch*. Os estudantes, além de analisar seu padrão, devem desenhar a próxima iteração. Segue figura utilizada.

Figura 21 – Desafio 4.



Fonte: Autora.

5º desafio – Utilizando os seguintes comandos de programação: repetir n vezes, andar para frente x passos, andar para trás x passos, virar y graus para direita e virar y graus para a esquerda, os estudantes constroem a segunda figura do 4º desafio, sem o sombreado.

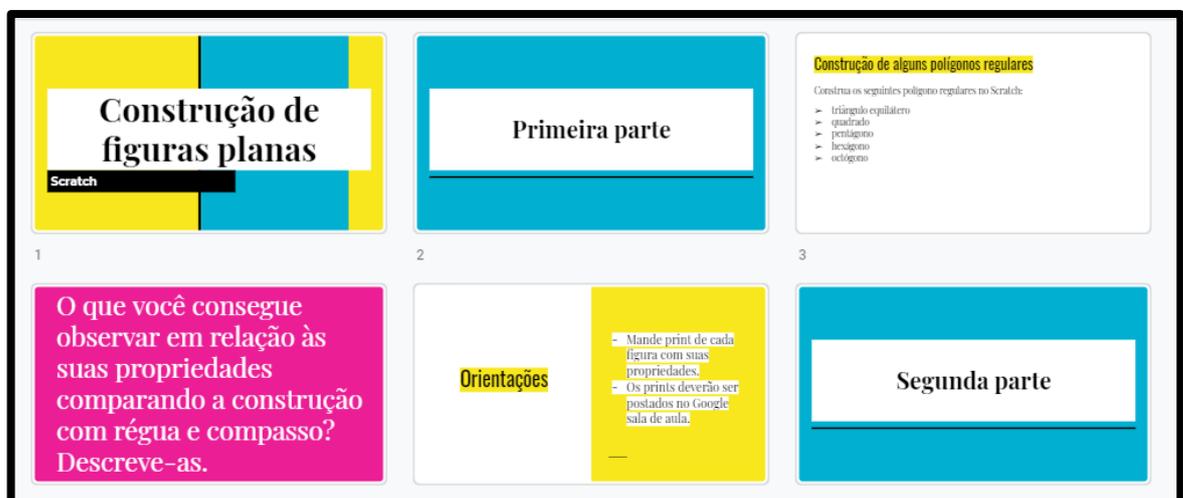
Aula 3 - 6º e 7º encontros (2 horas-aula)

Apresentação do *Scratch* e suas funcionalidades: site, login, salvar o projeto, mostrar o palco, blocos e área de comandos, personagens, sons e exploração do modo geral do software. Demonstração de alguns comandos como andar para frente, virar para a direita, repetições, construção de quadrado, rotação de figuras planas, entre outros.

Aula 4 - 8º e 9º encontros (2 horas-aula)

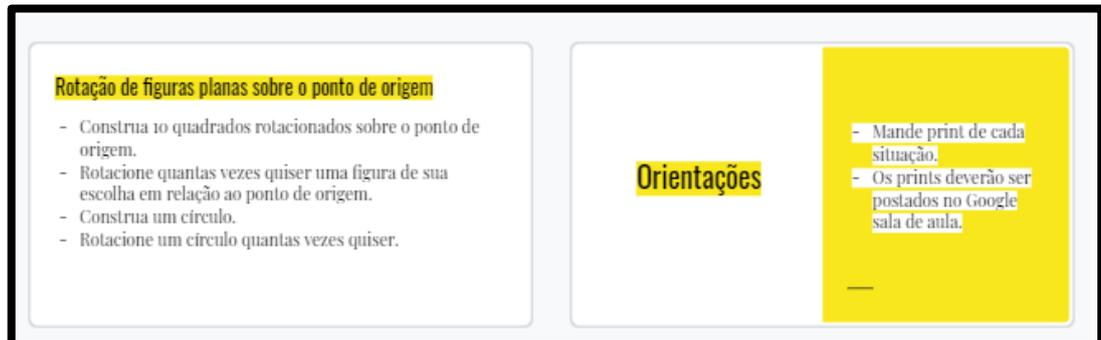
Os 8º e 9º encontros foram destinados às construções de figuras planas. Relacionando lados, ângulos internos e externos e rotação com suas propriedades através da programação no *Scratch*. As figuras planas utilizadas foram triângulo equilátero, quadrado, pentágono, hexágono e octógono. As atividades foram solicitadas através de uma tarefa em formato de Google apresentações no Google Sala de Aula, e os registros dessa atividade através de prints e fotos entregues pelo Google Apresentações no Google Sala de Aula. Seguem os slides das atividades solicitadas nas figuras 22 e 23:

Figura 22 – Slides de orientações.



Fonte: Autora.

Figura 23 – Slides de orientações.



Fonte: Autora.

Aula 5 - 10º e 11º encontros (2 horas-aula)

Nesses encontros, com a professora de Artes, os estudantes, separados em trios, teriam de pensar em um projeto que envolvesse polígonos inscritos e circunscritos desenhando numa folha A3. Eles deveriam escolher um polígono, fazer sua construção com régua e compasso no tamanho máximo de uma folha A3, inscrever uma circunferência ou no próprio polígono de sua escolha para desenhar o próximo, formando construções de figuras planas que diminuam de tamanho proporcionalmente com sensação de infinito. Segue proposta feita aos alunos:

Material: Folha A3, compasso, régua, lápis de cor ou giz de cera.

- Trace o polígono escolhido no maior tamanho possível na folha A3;
- Crie uma construção com polígonos regulares a partir da reprodução do polígono, um dentro do outro, diminuindo de tamanho proporcionalmente, utilizando circunferências que serão desenhadas ou não para fazer o polígono inscrito.
- Use apenas lápis, de cor, para pintar e contornar.

Segue foto como exemplo do que foi solicitado aos alunos.

Figura 24 – Projeto com régua e compasso.



Fonte: Autora.

Aula 6 - 12^o ao 15^o encontros (4 horas-aula)

Os últimos encontros foram destinados à construção do desenho realizado com régua e compasso na folha A3, ou outro de sua escolha, agora no *Scratch*. As orientações fizeram parte da terceira parte e os registros desta atividade foram iguais aos da 4^a aula. Segue figura 25 com as orientações.

Figura 25 – Orientações do projeto no *Scratch*.

<p>Rotação de figuras planas sobre o ponto de origem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construa 10 quadrados rotacionados sobre o ponto de origem. - Rotacione quantas vezes quiser uma figura de sua escolha em relação ao ponto de origem. - Construa um círculo. - Rotacione um círculo quantas vezes quiser. 	<p>Orientações</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mandar print de cada situação. - Os prints deverão ser postados no Google sala de aula. 	<p>Terceira parte</p>
<p>Mosaico (semi-fractal)</p> <p>Construa um semi-fractal, ou seja, um mosaico de profundidade constituído de figuras planas a sua escolha. Pode ser o mesmo do trabalho de Artes ou com outras figuras. A seguir fotos de possíveis exemplos:</p>		
10	11	12

Fonte: Autora.

As atividades apresentadas nesse capítulo formam uma proposta didática, elas serviram para o desenvolvimento dos encontros com os alunos e possibilitaram um conjunto de dados que serão descritos e analisados no capítulo a seguir.

6 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ENCONTROS: PROGRAMANDO E REALIZANDO CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS

A seguir apresentamos a descrição dos encontros que constituíram a pesquisa. Mostraremos os pontos relevantes a serem destacados, os questionamentos realizados bem como os registros das produções dos estudantes.

Neste capítulo também apresentamos a análise que está fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993), e nas ideias sobre programação de Seymour Papert (1985), bem como no pensamento computacional para resolver problemas. O objetivo é analisar quais e como os conceitos e esquemas foram externalizados pelos estudantes ao estarem em contato com diversas situações apresentadas a eles, envolvendo a programação e a Geometria dos polígonos.

Abaixo de cada descrição das aulas será apresentada a análise de cada encontro através de seções.

6.1 AULA 1 – INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO.

Inicialmente a professora pesquisadora explicou sobre a programação, para que ela servia e como funcionava. Após entregou um *Chromebook* para cada aluno e explicou em qual site entrariam, no caso a Hora do código: Programaê! e como encontrariam as trilhas. A professora pesquisadora mostrou as trilhas, que também estavam separadas por nível, e explicou que eles fariam a trilha *Star Wars* de nível 1 com 15 etapas e *Frozen* de nível 2 com 20 etapas.

A professora pesquisadora convidou todos os estudantes a entrar na trilha *Star Wars*, mostrou o vídeo⁵ inicial da trilha, em que umas das produtoras do filme fala sobre a linguagem de programação e como esta linguagem era importante para o filme. Além do vídeo, que explica os personagens e como será construído um jogo ao final das etapas, a professora pesquisadora fez a primeira e a segunda etapas com os alunos, explicando como o personagem se mexia, quais blocos de programação deveriam utilizar e quais instruções apareciam na tela. Durante a aplicação das trilhas

⁵ Link do vídeo da trilha *Star Wars*:

https://studio.code.org/s/starwarsblocks/stage/1/puzzle/1?utm_source=programae&utm_campaign=HoraDoCodigo&utm_term=StarWarsBlocos

foram entregues as perguntas sobre *Star Wars* e *Frozen*, as quais os alunos podiam responder durante ou após as etapas das trilhas.

Os estudantes permaneceram na trilha Star Wars por 40 minutos. Até a etapa seis nenhum aluno perguntou sobre quais são os passos da programação. A partir da sétima etapa começaram as perguntas:

“Sora, pra que serve os blocos verdes?” aluno A;

“O que eu faço aqui?” aluno B.

Segue figura 26 com a sétima etapa de Star Wars, na qual o estudante programa as setas para cima e para baixo com o objetivo de pegar os soldados rebeldes, em laranja.

Figura 26 – Etapa 7 da trilha Star Wars.

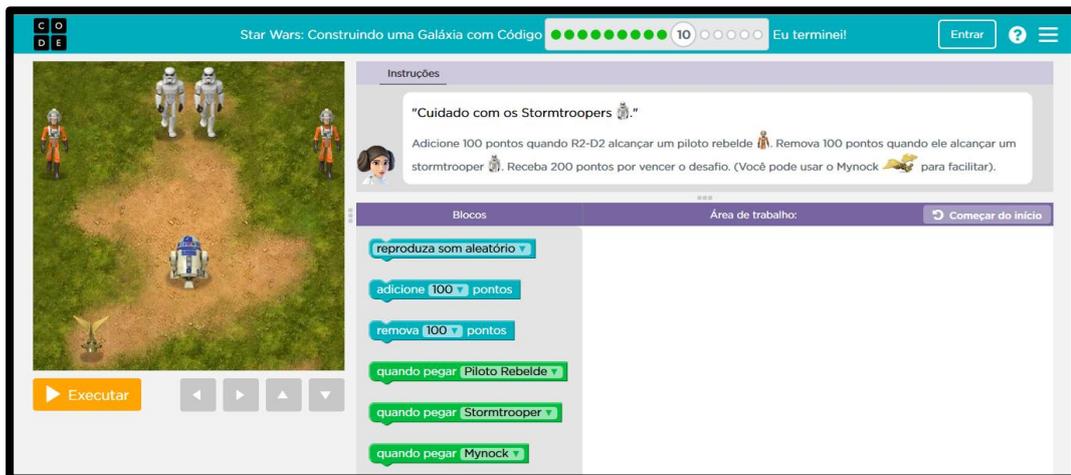


Fonte: site A hora do código disponível em:

<https://studio.code.org/s/starwarsblocks/stage/1/puzzle/7>

Foi explicado qual seria o comando para mexer as setas para cima e para baixo, pois ao encaixar os blocos azuis nos verdes, eles poderiam executar as setas. Os estudantes só voltaram a perguntar novamente na décima etapa, em que tinham de acrescentar personagens novos e obter nova pontuação. Segue figura 27 para ilustrar a situação.

Figura 27 – Etapa 10 da trilha Star Wars.

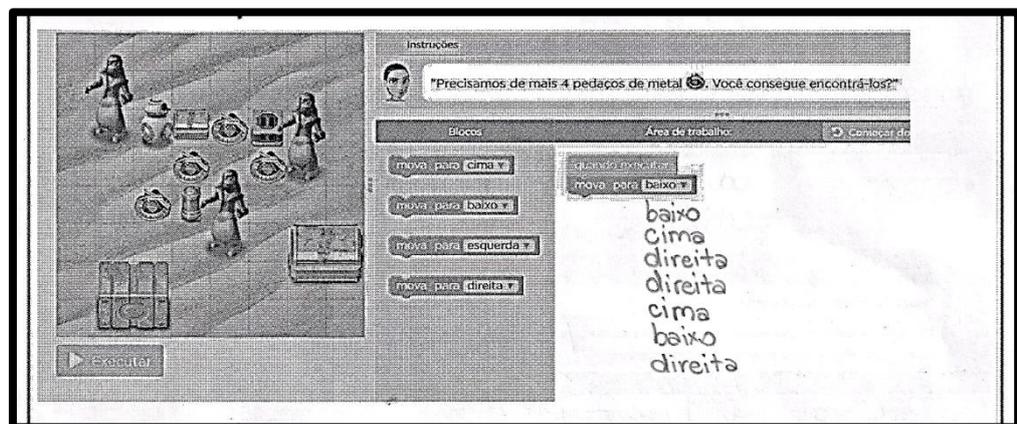


Fonte: site A hora do código disponível em:

<https://studio.code.org/s/starwarsblocks/stage/1/puzzle/10>

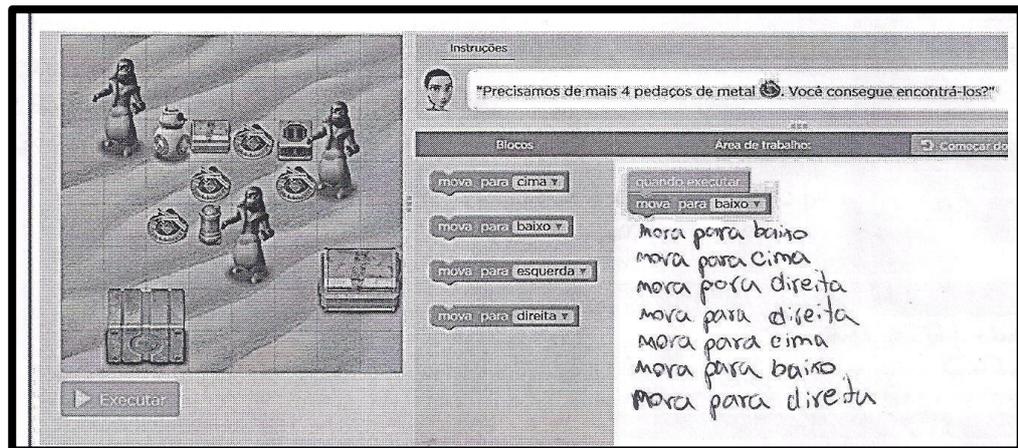
Analisando as perguntas 1, 2 e 3 relacionadas à trilha *Star Wars*, houve poucas respostas em branco, alguns usaram uma quantidade de blocos a mais que outros, mostrando que os alunos conseguiram completar com êxito a trilha de nível 1. Seguem duas respostas para a primeira pergunta (figuras 28 e 29):

Figura 28 – Resposta item 1 aluna C.



Fonte: Dados da pesquisa.

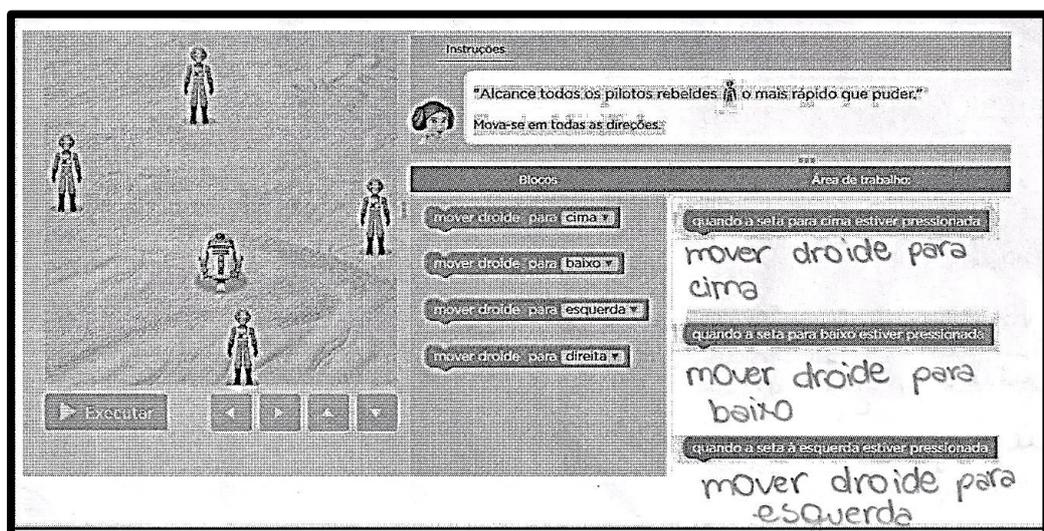
Figura 29 – Resposta item 2 aluno D.



Fonte: Dados da pesquisa.

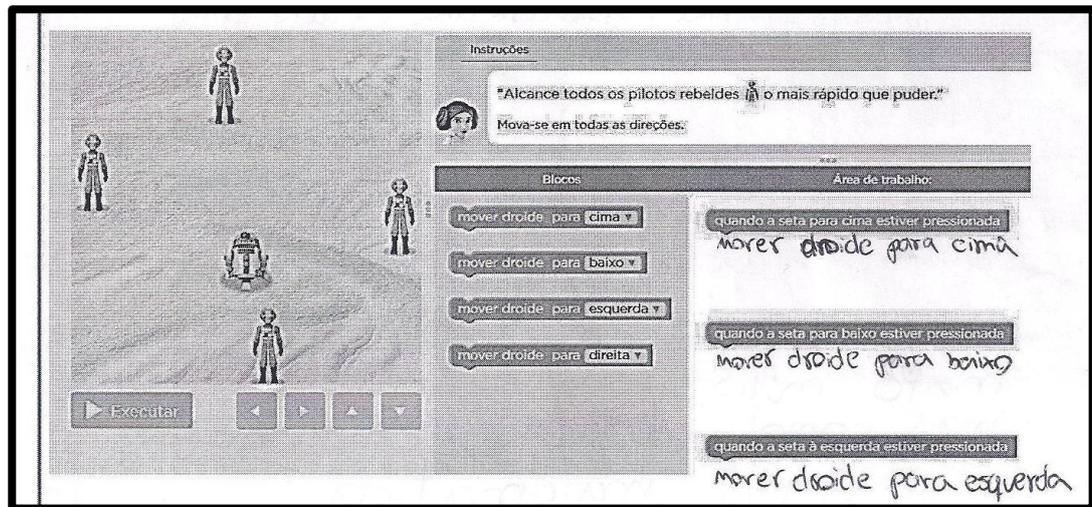
A programação da trilha era: “mover para baixo”, “mover para cima”, “mover para a direita”, “mover para a esquerda”, “mover para cima”, “mover para baixo” e “mover para a direita”. Percebemos que esses dois alunos usaram os comandos com êxito, porém cinco estudantes fizeram uma sequência de passos mais longa, atingindo o objetivo que era pegar a sucata. Seguem duas respostas para a segunda pergunta (figuras 30 e 31):

Figura 30 – Resposta item 2 aluna C.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 31 – Resposta item 2 aluno D.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao item 2, todos os alunos responderam com êxito, inclusive acrescentaram o bloco “quando a seta à esquerda estiver pressionada”. Uma resposta seria: “mover droide para cima”, “mover droide para baixo” e “mover droide para esquerda”. No item 3, todos os alunos responderam com êxito, mas poucos explicaram como fizeram, seguem as respostas de dois estudantes (figura 32 e 33).

Figura 32 - Resposta item 2 aluno E.

The image shows two screenshots of a Scratch-like programming environment. The top screenshot is for a level titled "E com você, R2-D2!". The goal is to catch 8 Mynocks. The student's solution includes blocks: "adicione um Mynock", "adicione 100 pontos", "remova 100 pontos", "reproduza som aleatório", "quando pegar Tauntaun", and "quando pegar Mynock". Handwritten notes explain that 4 Tauntauns appear at the start, 2 Mynocks appear when they are caught, and catching 8 Mynocks concludes the level.

The bottom screenshot is for a level titled "Hora de visitar outro planeta.". The goal is to reach rebel pilots. The student's solution includes blocks: "defina droid para CSPO", "defina o droid com uma velocidade rápida", "defina plano de fundo de Endor", "defina um mapa blank", "adicione um Mouse Droid", "adicione 100 pontos", "remova 100 pontos", and "reproduza som aleatório". Handwritten notes explain that the droid is set to R2D2, the speed is set to fast, the background is Endor, and a map is set to random. Catching a rebel pilot adds 1000 points and concludes the level.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 33 - Resposta item 2 aluno D.

The image shows a Scratch workspace with several code blocks and handwritten notes in Portuguese. The notes explain the logic of the code blocks, particularly focusing on the 'when clicked' event and the 'add Mynock' block.

Handwritten notes:

- Para fazer um ou dois Mynocks aparecerem coloquei duas vezes "adicionar Mynocks" e depois esse mesmo comando me permitiu pegar 20 Mynocks, por que sempre se multiplicavam quando pegava um.
- Com esses comandos eu consegui muitas meu droid e a velocidade deles.
- defina android para C3-PO
- defina o droid com uma velocidade normal

Code blocks visible in the workspace:

- adicione 100 pontos
- remova 100 pontos
- reproduza som aleatório
- quando pegar Tauntaun
- quando pegar Mynock
- adicione um Tauntaun
- adicione um Tauntaun
- adicione um Tauntaun
- quando pegar Tauntaun
- toque um som aleatório do Tauntaun
- adicione 50 pontos
- adicione um Mynocks
- adicione um Mynocks
- defina droid para C3-PO
- defina o droid com uma velocidade rápida
- defina plano de fundo de Endor
- defina um mapa blank
- adicione um Mouse Droid
- adicione 100 pontos
- remova 100 pontos
- reproduza som aleatório
- quando executar
- adicione um Piloto Rebelde
- adicione um Piloto Rebelde
- adicione um Piloto Rebelde
- defina o plano de fundo aleatoriamente
- defina um mapa aleatório

Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta da primeira pergunta da imagem para passar para a próxima etapa era: adicione um Mynock (personagem da trilha) duas vezes. E a resposta da outra pergunta era para definir um droid (robô da trilha) e definir uma velocidade. Os alunos escreveram que chegaram à próxima etapa, sendo que sete não explicaram a sua estratégia.

Na trilha *Frozen*, dei a escolha de assistir ao vídeo inicial para orientação. Como já sabiam como funcionavam os blocos, fizeram com fluidez, mas levaram quase o mesmo tempo, pois além de possuir mais etapas, o grau de dificuldade era maior e necessitava de mais conhecimentos matemáticos. Uma das etapas perguntadas, assim como na outra trilha, foi a quinta, na qual apareceu o bloco repita n vezes dentro de outro repita. Por exemplo, repetir três vezes o quadrado, sendo o quadrado uma repetição dos movimentos quatro vezes: "mover-se 100 pixels para frente", "virar 90 graus". Além disso, os estudantes perdiam-se no ângulo, alguns não identificam que deveriam dividir 360° por três, perguntando constantemente o que deveria ser feito. Em todas as etapas que envolviam pensar em qual ângulo as personagens tinham que virar para construir as figuras planas os alunos perguntavam, mas depois continuavam sozinhos. Segue figura 34 para exemplificar a etapa 5.

Figura 34 – Etapa 5 da trilha Frozen.



Fonte: site A Hora do Código <https://studio.code.org/s/frozen/stage/1/puzzle/5>.

No item 5 das perguntas, quase todos construíram o quadrado pedido utilizando o bloco repita 4 vezes, “mover para frente 100 pixels” e “virar à direita 90 graus”, não descrevendo todos os movimentos do personagem. Dois alunos programaram o quadrado com os blocos “mover para frente 100 pixels”, “virar à direita 90 graus”, “mover para frente 100 pixels”, “virar à direita 90 graus”, “mover para frente 100 pixels”, “virar à direita 90 graus” e “mover para frente 100 pixels”.

No item 6, foi solicitado que os estudantes corrigissem o erro cometido por Ana (ângulo de 45° graus). Todos trocaram o ângulo por 120°, corrigindo o equívoco da situação da trilha imediatamente.

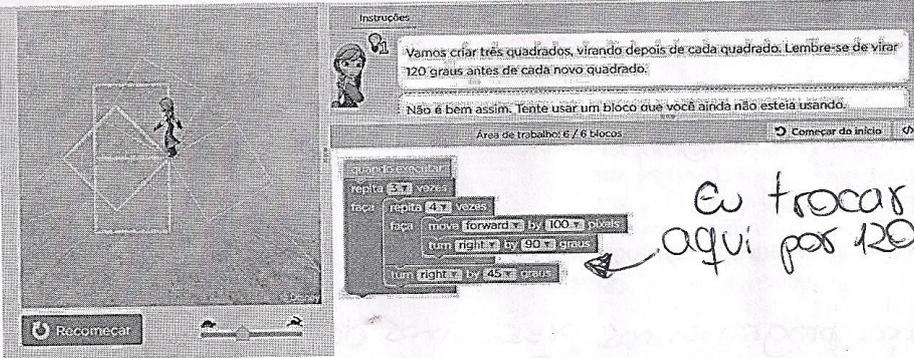
No item 7, Elsa deveria construir 10 segmentos de retas com ângulos entre elas de 36°. Além do cálculo de $360^\circ/10 = 36^\circ$, os estudantes descreveriam como usariam os blocos para desenhar a situação da trilha: “repetir 10 vezes (avance 100 pixels, mova para trás 100 pixels e vire à direita por 36°)”. Também poderiam descrever a situação, sem usar o bloco de repetição. Todos os alunos utilizaram o bloco de repetição, pois compreenderam que seria mais fácil repetir 10 vezes o mesmo passo do que descrever 10 vezes a mesma ação. Segue exemplo do aluno D na figura 35, contendo os itens 5, 6 e 7.

Figura 35 – Resposta dos itens 5, 6 e 7 do aluno D.

5) Para construir um quadrado no jogo Frozen quais comandos e/ou blocos você usaria? Descreva a construção e desenhe o quadrado.

repetir 4 vezes
 mover para frente 100 pixels
 virar a direita 90 graus

6) Observe a situação do jogo abaixo, a Ana acabou se enganando e não conseguiu completar o que estava sendo pedido, qual foi seu erro? Como você faria para consertar seu erro? Monte os blocos corretamente a seguir.

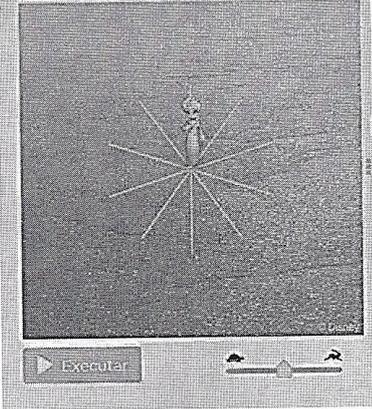


Eu trocaria aqui por 120°

7) A Elsa precisa construir 10 retas, qual o ângulo utilizado para que ela conclua a construção? Qual cálculo matemático você fez? Monte os blocos que desenhariam esta situação.

36° o cálculo foi $\frac{360}{10}$

repetir 10 vezes
 faça
 avance por 100 pixels
 mova para trás por 100 pixels
 vire a direita por 36°

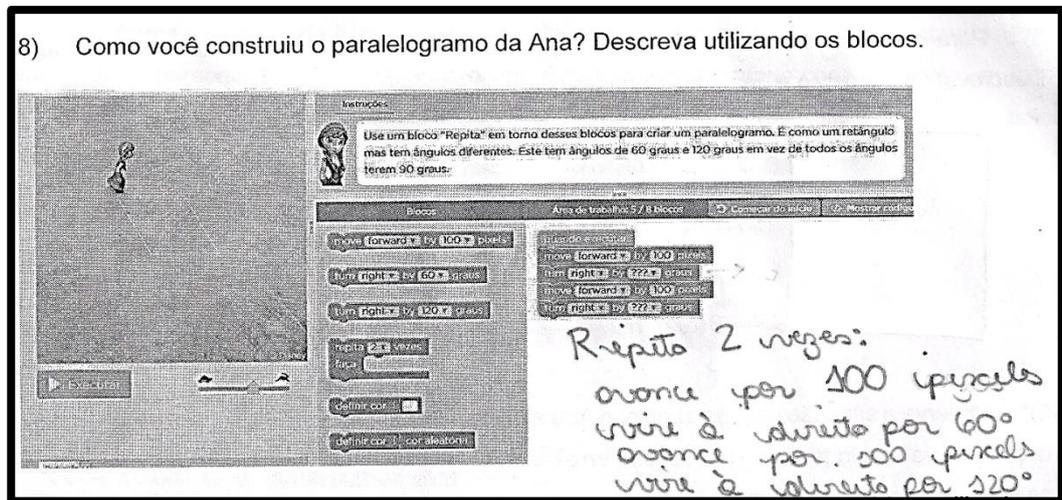


Fonte: Dados da pesquisa.

O item 8 envolvia a programação da construção de um paralelogramo utilizando o bloco “repetir n vezes”. Nem todos os alunos utilizaram o bloco, ou esqueceram ou colocaram os outros blocos sem usar a repetição. A maneira com menos blocos seria:

“repetir 2 vezes”, “avance por 100 pixels”, “vire à direita por 60 graus”, “avance por 100 pixels” e “vire à direita por 120 graus”. Segue figura 36 para exemplificar uma resposta do item 8.

Figura 36 – Resposta item 8 aluno E.



Fonte: Dados da pesquisa.

As perguntas 4, 9 e 10, foram relacionadas à matemática nas trilhas e o entendimento de programação. No item 4, a pergunta era: “quais as diferenças matemáticas que eles percebiam entre as trilhas?” Algumas respostas foram:

“A diferença é que agora tem ângulos no *Frozen* que não tinha no *Star Wars*.”

Aluno F

“No jogo do *Star Wars* as coisas são muito mais simples, já no *Frozen* mais complicadas, pois necessita de mais matemática”. Aluno D.

“O uso de ângulos.” Aluno E

“As diferenças matemáticas são que o jogo da *Frozen* tem formas geométricas”.

Aluno G

No item 9, a pergunta era: o que eles identificavam de matemáticas em ambas as trilhas na programação? Seguem respostas dos alunos:

“A trilha do *Star Wars* não se baseou em matemática, é mais para os lados, pra frente e pra trás. O *frozen* baseia-se apenas em matemática, com ângulos.” Aluno H.

“Em *Star Wars* teve pouca matemática e no *Frozen* teve muita matemática.”

Aluno I

“*Star Wars* precisa criar códigos, calculando quantos movimentos são preciso para o objetivo. *Frozen* precisa saber ângulos para qualquer movimento dos personagens.” Aluno J.

No item 10, foi perguntado o que eles haviam entendido de programação, seguem as respostas:

“Programação é algo muito complicado e precisa da matemática para criar códigos de movimento.” Aluno J.

“Programação é a base de quase tudo que usamos, sempre usando matemática”. Aluno K

“Aprendi muito sobre os blocos, a relação com a matemática, os graus e a multiplicação”. Aluno L

“Eu entendi que na programação desta atividade aprendemos um pouco mais sobre as formas geométricas e os graus”. Aluno M

Observamos com esses itens o quanto eles relacionam os movimentos com os ângulos e as formas geométricas, e que todos perceberam a matemática por trás da programação. Dessa forma, encerramos a sessão dos relatos sobre os encontros propostos das atividades dos 1º e 2º encontros.

6.1.1 Análise da Introdução à Programação

Como essa atividade tem caráter introdutório à programação buscamos analisar, brevemente, os conceitos e esquemas levantados pelos alunos durante o desenvolvimento das trilhas *Star Wars* e *Frozen*: localização e movimentação espacial, e alguns conceitos prévios de Geometria plana como os ângulos, bem como construção de figuras planas e suas propriedades.

Para identificar as características presentes durante a atividade das trilhas organizamos um quadro (quadro 5) para mostrar aspectos presentes.

Quadro 3 – Momentos da introdução à programação

Conceitos	Esquemas	Momentos
<p>Direita e Esquerda, Cima e Abaixo</p>	<p>Os alunos descreveram com suas palavras quais blocos de programação os personagens fariam antes de executar cada tarefa. Prever movimentos para cima, para baixo, para direita e para esquerda dos personagens antes de executá-los.</p>	<p>As etapas da trilha <i>Star Wars</i> que envolvem questões de mover-se para frente, para trás, para cima e para baixo. E as primeiras perguntas relacionadas às trilhas.</p>
<p>Ângulos internos da figura. Medidas dos lados. Rotações.</p>	<p>Para construir o quadrado, precisavam dos conceitos de ângulos para saber quanto precisavam virar à direita e à esquerda em relação ao ponto de origem, tinham de saber que os lados eram iguais e deveriam repetir os movimentos quatro vezes.</p>	<p>Construção do quadrado na trilha <i>Frozen</i>. E perguntas sobre a construção.</p>

<p>Ângulos internos da figura, medidas dos lados, rotações, ângulos suplementares e translações.</p>	<p>Além de construir com o bloco de repetição, o estudante deveria saber para cada construção que o personagem deveria virar 120° para a direita. Os quadrados foram rotacionados sobre o ponto de origem e transladados.</p>	<p>Construção de três quadrados rotacionados sobre seu ponto de origem com ângulo de 120° na trilha <i>Frozen</i> (ver figura 17 p. 47).</p>
<p>Ângulos internos da figura, medidas dos lados, rotações, ângulos complementares e ângulos suplementares.</p>	<p>Para construir o paralelogramo, utilizavam ângulos suplementares e complementares, aos ângulos de 60° e 120° graus para saber o quanto virar à direita e à esquerda, que os lados eram iguais e deveriam repetir os movimentos duas vezes.</p>	<p>Construção do paralelogramo na trilha <i>Frozen</i>. E questionamento relacionado com a construção. (Figura 19 p. 48)</p>
<p>Ângulos internos da figura.</p>	<p>Mover-se um 1° repetindo 360 vezes para formar uma aproximação do círculo.</p>	<p>Construção “visual” do círculo na trilha <i>Frozen</i>.</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

É possível observar que os conceitos de lateralidade, rotação, translação, ângulos complementares e suplementares e algumas propriedades das figuras planas (medidas de lados, ângulos internos e ideia de infinitos lados na construção do círculo)

estiveram presentes na introdução à programação utilizando duas trilhas de níveis 1 e 2, envolvendo situações diferentes e que podem ser relacionadas à Geometria plana (Quadro 3). Todos esses conceitos são mobilizados na programação, pois conforme os alunos vão passando nas etapas, o grau de dificuldade vai aumentando, fazendo com que o aluno aprenda a construir o que se pede e a programar rotações, repetições e translações, desenvolvendo sua autonomia e aprendendo a programar brincando.

No decorrer das atividades desenvolvidas nas duas trilhas, cada aluno tinha uma tarefa a ser cumprida e precisava mobilizar esquemas de resolução através dos blocos. Eles podiam testar e modificar seus esquemas, reestruturando seu pensamento para passar para a próxima tarefa. Nessas situações percebemos que os estudantes reacomodavam seus conceitos de ângulos internos e externos, como também propriedades das figuras apresentadas e rotações, modificando esquemas, quando necessário, para chegarem à próxima etapa. Nesse caso, gerou aprendizagens relacionadas à Geometria Plana.

Segue um diálogo para exemplificar os conceitos de ângulos internos e externos na etapa 10 da trilha Frozen que solicitava a construção de um paralelogramo com a seguinte programação: repita duas vezes - avance 100 pixels para frente, vire para a direita x, avance 100 pixels para frente e vire para a direita y - em que a personagem Ana dizia quais ângulos deveriam ser substituídos, 60° e 120° respectivamente.

“Sora, aqui na etapa 10 da Frozen, a Ana diz pra virar 60° e depois 120° para a direita, isso está certo, não é o contrário?” Aluno D.

“Está correto, pensa no ângulo que terá que virar como se andasse em cima do desenho, você vai virar 60° ou 120° ? Professora pesquisadora.

“Ah entendi, 60° , então é o ângulo de fora que tenho que andar e não o de dentro.” Aluno D.

Percebemos que o estudante modificou seu esquema de resolução, a partir do diálogo estabelecido.

Os estudantes, durante a resolução das etapas, desenvolveram teoremas em ação relacionados com as seguintes observações: para deslocar o BB8 é necessário utilizar apenas o bloco de movimento; a Ana de Frozen gira a partir da posição anterior

sob o ângulo tal; o deslocamento horizontal pode ser obtido alterando o valor do pixel; a programação precisa ser estruturada na sequência em que se deseja produzir os movimentos.

Dessa forma, encerramos a análise da introdução à programação. Percebemos que os alunos mobilizaram diferentes representações e esquemas para chegar à solução das etapas propostas.

6.2 AULA 2 – DESAFIOS

Na segunda aula, os estudantes foram organizados em grupos de seis estudantes, totalizando seis grupos, e cada grupo recebeu seis desafios. Foram analisados somente quatro grupos (2, 3, 5 e 6), devido à falta do termo de consentimento. Os estudantes receberam um envelope com blocos de comandos iguais ao do *Scratch* e das trilhas de *A Hora do Código: Programaê!* para simular eventual raciocínio envolvendo programação. A professora pesquisadora explicou que eles teriam desafios a serem resolvidos com o mínimo de ajuda possível, apenas entre os colegas e que poderiam utilizar de recursos variados tais como vídeos, régua e compasso, conhecimentos prévios, entre outras coisas. Além disso, deveriam registrar os pensamentos utilizados na resolução e entregar uma folha por grupo.

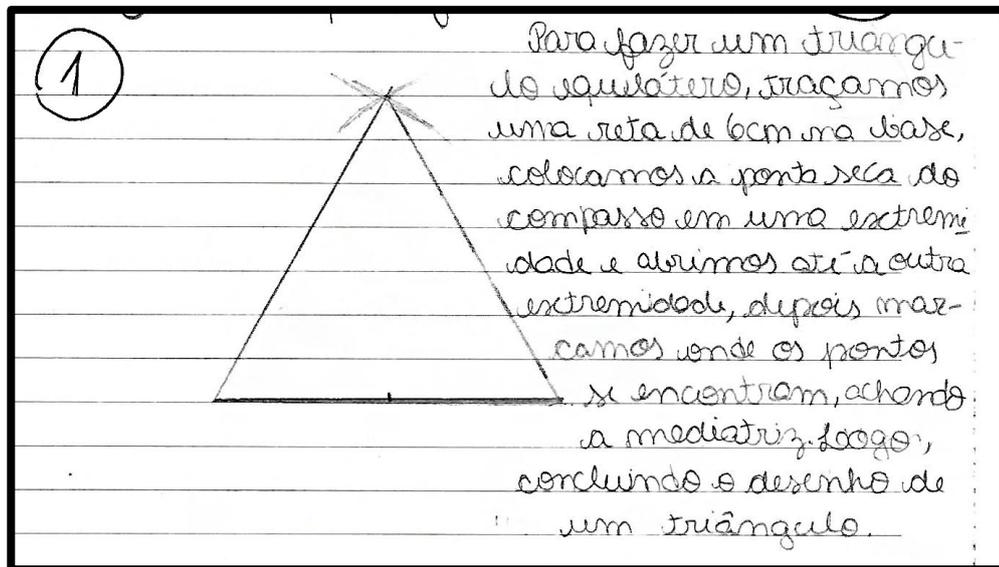
Depois de se organizarem, os alunos começaram seus diálogos questionando o que deveriam fazer e como fariam; alguns leram juntos todos os desafios e outros dividiram tarefas. Para distinguir os grupos, listaremos com numeração: grupo 1, grupo 2 e assim por diante. Descrevemos, então, cada desafio a seguir:

Desafio 1 – Construa com régua e compasso um triângulo equilátero com lado qualquer.

Neste desafio foram fornecidos régua e compasso, todos os grupos fizeram, mas de diferentes maneiras, alguns pesquisaram vídeos na internet, outros lembravam das aulas de Artes com construções de figuras planas em paralelo com as aulas de Matemática. Das construções escolhemos duas para exemplificar o que os estudantes fizeram: a do grupo 5, por exemplo, os estudantes construíram um segmento de reta de 6 cm como lado escolhido como base. Após, colocaram a ponta seca do compasso em uma das extremidades e marcaram uma circunferência e

fizeram o mesmo na outra extremidade, e onde se encontravam as circunferências marcaram com um ponto. Uniram os três vértices e formaram o triângulo equilátero. Segue desenho do grupo na figura 37.

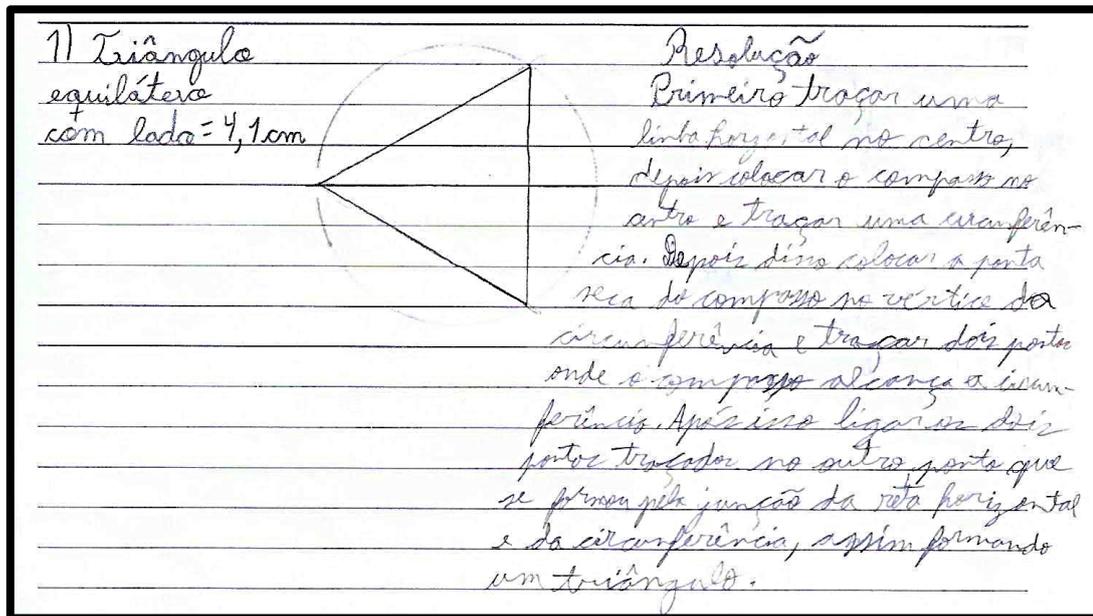
Figura 37 – Triângulo equilátero grupo 5.



Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo 6 escolheu fazer primeiro uma circunferência de raio não informado e marcou um ponto qualquer desta circunferência. Os estudantes escolheram este ponto para colocar a ponta seca do compasso e marcaram dois pontos diferentes na circunferência com o mesmo raio, e desenharam o triângulo unindo esses pontos. Segue a figura 38.

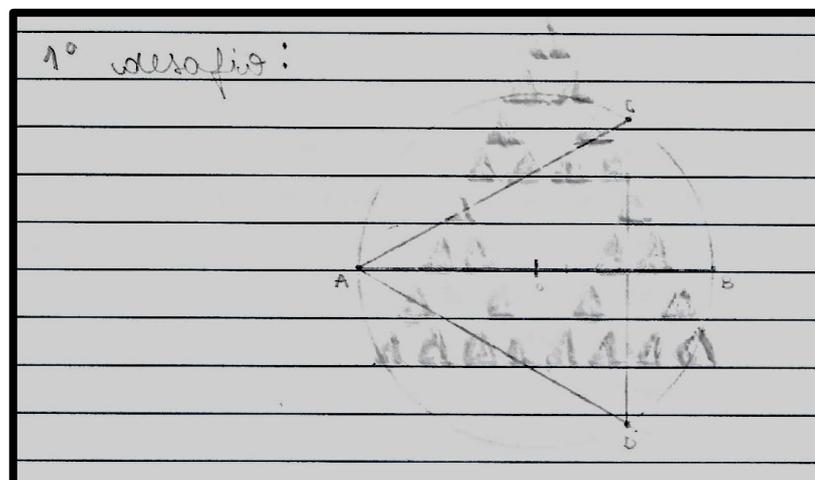
Figura 38 – Triângulo equilátero grupo 6.



Fonte: Dados da pesquisa.

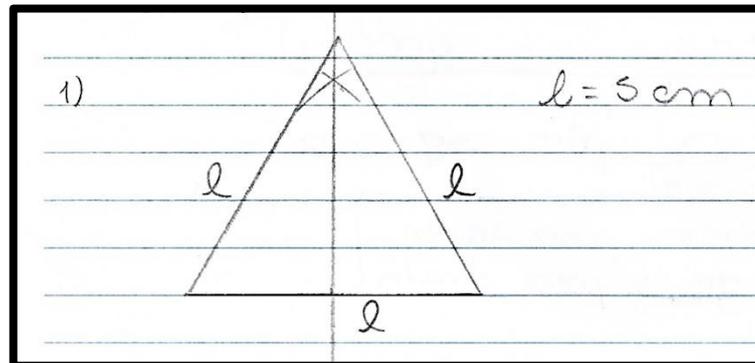
O grupo 2 fez o desenho parecido com o grupo 6, mas sem explicação nenhuma, deixando o desenho inconclusivo, pois não conseguiram garantir os lados congruentes. O grupo 3 apenas desenhou com régua um triângulo não utilizando de circunferências para garantir os ângulos e lados iguais. Podemos perceber que todos os grupos descreveram de forma a garantir as medidas dos lados do triângulo equilátero através da utilização de circunferência. Seguem as construções do grupo 2 e do grupo 5, representadas nas figuras 39 e 40 respectivamente.

Figura 39 – Triângulo equilátero grupo 2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 40 – Triângulo equilátero grupo 5.



Fonte: Dados da pesquisa.

2º desafio - Se fosse a Ana da trilha Frozen e quisesse usar os comandos: Repiae n vezes, mova x passos, vira y graus para direita e vira y graus para a esquerda. Como construiria o mesmo triângulo equilátero utilizando os comandos da Ana? Descreva abaixo.

O segundo desafio era relacionado com a programação do triângulo equilátero. Os grupos 3 e 5 tiveram facilidade e os grupos 2 e 6 olharam de novo a trilha Frozen para concluir. Seguem algumas falas:

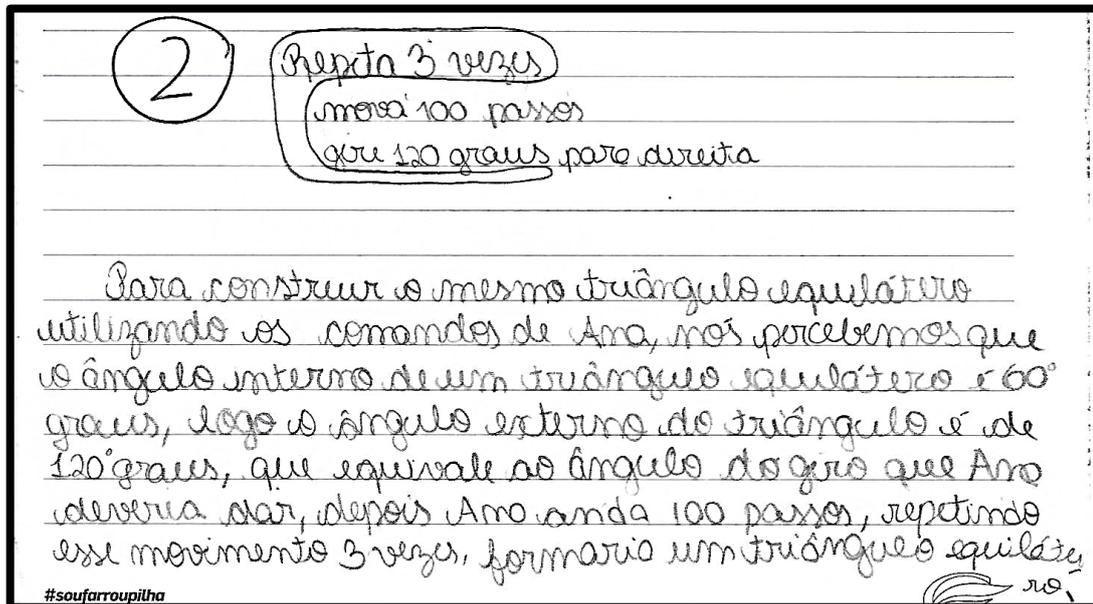
“Oh meu este é muito fácil, vamos começar por este!”. Aluno L do grupo 6.

“Oh Sora, posso olhar no Frozen?”. Aluno J do grupo 2.

A professora pesquisadora respondeu ao grupo 2 que eles sempre podiam utilizar as trilhas citadas anteriormente para ajudar na resolução dos desafios. A maioria dos grupos teve as resoluções praticamente iguais, usando repetir três vezes, mudando apenas o avançar tantos passos e o vire 120 graus para direita ou para a esquerda. Apenas o grupo 6 não utilizou a trilha Frozen para reproduzir o triângulo equilátero.

O grupo 5 descreveu o raciocínio utilizado na construção do triângulo equilátero referente aos ângulos internos e externos, além de apresentar a programação. Segue a resolução na figura 41.

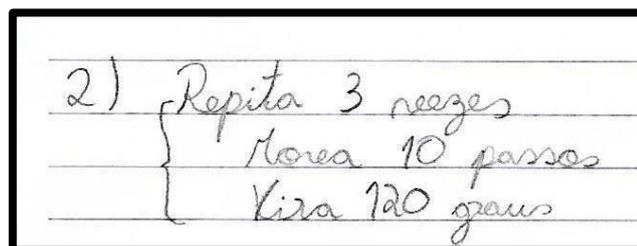
Figura 41 – Desafio 2 grupo 5.



Fonte: Dados da pesquisa.

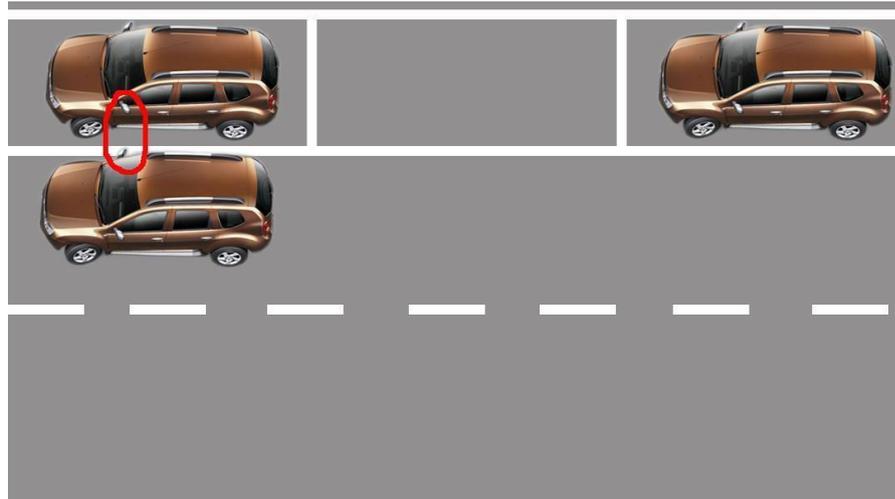
O grupo 6 foi o único que não descreveu na programação “vire para a direita ou para esquerda 120 graus”, apenas “vire 120 graus”. Segue figura 42 com a ilustração.

Figura 42 – Desafio 2 grupo 6.



Fonte: Dados da pesquisa.

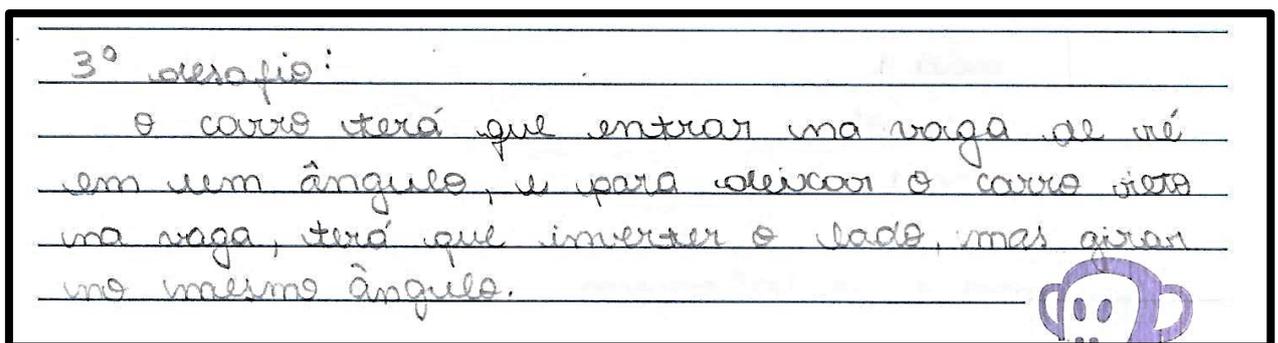
3º desafio – Digamos que você queira estacionar entre dois carros, conforme ilustrado na figura, e utilizasse da matemática para estacionar, quais estratégias você usaria? Descreva todos os passos.



O terceiro desafio foi o mais polêmico, todos os grupos tiveram alguma dificuldade no entendimento e questionaram a professora pesquisadora. As perguntas mais frequentes foram: como fazer, como deveriam descrever, se estava certo o que fizeram. A liberdade para resolução dos desafios, principalmente este, deixou eles desconfortáveis com a questão, ao necessitar imaginar uma situação real na qual não era da vivência deles. As respostas foram parecidas e diferentes em suas particularidades, pois todas tiveram algum tipo de algoritmo ou processo, devido a isso, iremos descrever os grupos 2, 3 e 5.

O grupo 2 foi bem sucinto, não explicou com detalhes e imaginou que deveria dar ré em um ângulo qualquer e inverter o lado que acreditamos ser da direção.

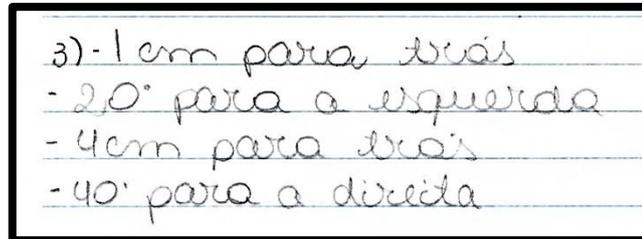
Figura 43 – Desafio 3 grupo 2.



Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo 3 pensou em utilizar régua e transferidor para medir o desenho e simular o carro indo para trás um centímetro, virar um ângulo de 20° , depois quatro centímetros para trás e após 40° para a direita.

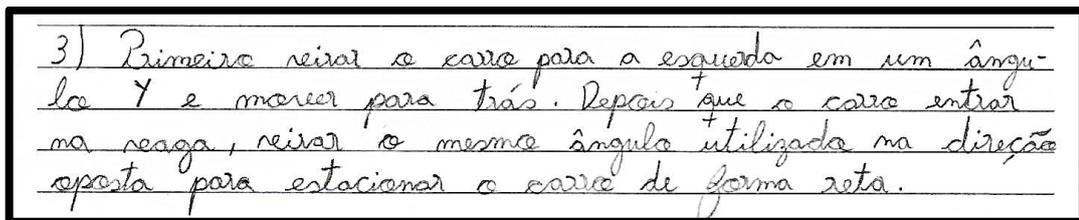
Figura 44 –Desafio 3 grupo 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

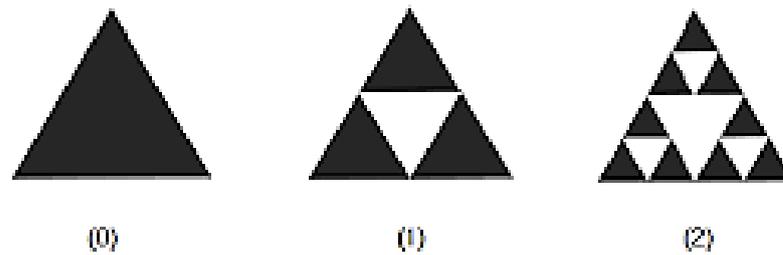
O grupo 6 listou os passos parecidos com os outros grupos, mas generalizando para qualquer ângulo, representado da letra y , girando o carro e com medidas de quanto o carro deveria ir para trás. Quando o carro estiver na vaga, virar o mesmo ângulo ao contrário para endireitar o carro.

Figura 45 –Desafio 3 grupo 6.



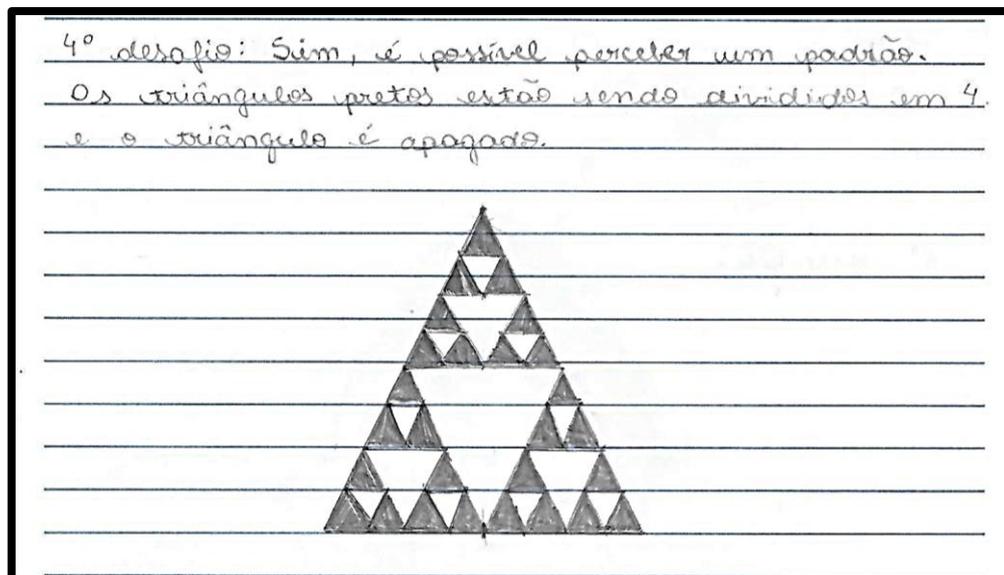
Fonte: Dados da pesquisa.

4º desafio – Você consegue perceber algum padrão na sequência de figuras a seguir? Descreva o que está acontecendo e desenhe a próxima figura.



Em relação ao 4º desafio, todos os grupos perceberam, com exceção do grupo 4, que havia um padrão na sequência de figuras. Os grupos 1, 2, 5 e 6 perceberam que havia um padrão, porém com o seu entendimento, cada um desses grupos desenhou a próxima figura repartindo o triângulo preto em quatro triângulos equiláteros menores e retirando o triângulo central (em branco). Segue exemplo do grupo 2 na figura 46.

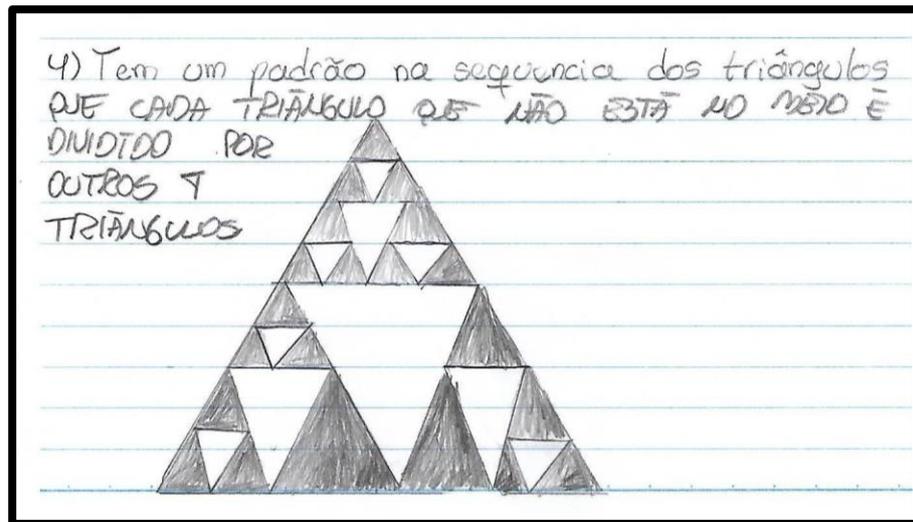
Figura 46 – Desafio 4 grupo 2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os grupos 3 e 6 não repartiram o triângulo equilátero em quatro menores colorindo de preto três e deixando o triângulo do meio em branco. Exemplificamos com o grupo 3, em que o desenho tem partes brancas faltando e a explicação diz que cada triângulo que não está no meio é dividido por quatro outros triângulos.

Figura 47 – Desafio 4 grupo 3.

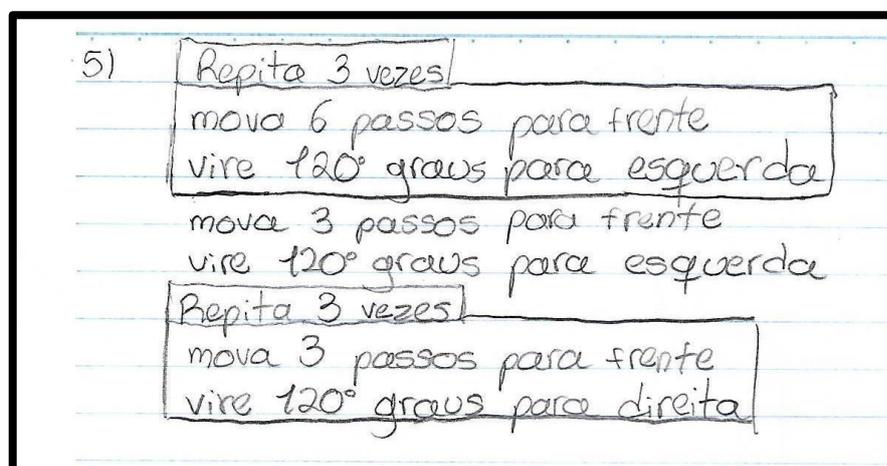


Fonte: Dados da pesquisa.

5º desafio – Utilizando os seguintes comandos: repita n vezes, mova x passos, vira y graus para direita e vira y graus para a esquerda, construa a segunda figura do 4º desafio.

Neste último desafio, para confirmar se os comandos dos desenhos estavam condizentes com o solicitado, testamos as resoluções no software *Scratch*. Apenas o grupo 3 conseguiu fazer a programação do segundo desenho, os outros não concluíram ou chegaram bem perto do desejado. Segue figura 48 com a resolução do grupo 3 (quinto desafio).

Figura 48 – Desafio 5 grupo 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observamos o quanto eles utilizaram seus conhecimentos prévios e estratégias diferenciadas para resolver seus desafios, além de software e vídeos na internet. Dessa forma, encerramos mais uma sessão dos relatos sobre os encontros propostos das atividades dos 3º e 4º encontros.

6.2.1 Análise dos Desafios Programação e Geometria

Levando em consideração seus conhecimentos prévios, buscamos analisar quais conceitos e esquemas são mobilizados pelos sujeitos ao resolver as situações apresentadas aos alunos nessa atividade. Além disso, buscou-se analisar o que haviam compreendido de programação das trilhas, como conseguiram resolver alguns problemas, e de que maneira sistematizaram seus pensamentos.

No quadro 6 apresentamos a análise de cada desafio, descrevendo os conceitos que surgiram e os esquemas que utilizaram para resolver as situações.

Quadro 4 – Momentos dos desafios de programação e Geometria.

Conceitos	Esquemas	Momentos
Propriedades do triângulo equilátero, como três lados com medidas iguais, três ângulos congruentes, ângulos internos e externos da figura.	Descreveram com suas palavras quais passos utilizaram para desenhar o triângulo equilátero. Usaram de pontos de intersecção de circunferências para garantir que os lados iam ser iguais. E na programação precisavam saber o quanto virar à direita e à esquerda (ângulos) e deveriam repetir os movimentos três vezes.	Construção com régua e compasso e programação de um triângulo equilátero com medida qualquer de lado.
	Quanto o carro deve percorrer para frente e para trás, qual	

<p>Distância entre objetos, deslocamento, ângulos e espaço.</p>	<p>ângulo deve usar para entrar com o carro, descrevendo os passos e realizando estimativas. Utilizaram de algoritmos para fazer a baliza.</p>	<p>Fazer a baliza entre dois carros, descrevendo todos os movimentos, conforme a figura 42 p. 72.</p>
<p>Identificação de sequências e padrões.</p>	<p>Os alunos observaram e analisaram o padrão de construção e desenharam a próxima iteração. Descreveram o comportamento da sequência de triângulos explicando o que acontecia com os triângulos.</p>	<p>Construção das primeiras iterações do triângulo de Sierpinski. Os estudantes, além de analisar seu padrão, desenharam a próxima iteração. (Figura 45 p. 74)</p>
<p>Ângulos internos e externos da figura, Medidas dos lados e Rotações.</p>	<p>Para construir a próxima iteração com programação precisavam dos conceitos dos ângulos de 60° interno e 120° externo para saber o quanto virar à direita e à esquerda, relacionar as medidas dos lados dos triângulos equiláteros maiores e menores e o quanto deveriam repetir os movimentos.</p>	<p>Utilizando os comandos de programação, os estudantes constroem a segunda figura do triângulo de Sierpinski do 4º desafio. (Figura 47 p. 76)</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

No primeiro desafio, construção do triângulo equilátero com régua e compasso, percebemos que os grupos utilizaram diferentes esquemas para construir seus triângulos descritos na seção 6.2. Os estudantes compreenderam que para o triângulo ter lados iguais e ângulos congruentes deveriam relacionar os pontos de intersecção

de uma circunferência ou mais circunferências, para que a medida do raio fosse a medida do lado, garantindo assim lados com medidas iguais, porém nem todos conseguiram construir com êxito, como os grupos 2 e 5, conforme figura 39 p. 70 e figura 40 p. 71. Segundo Vergnaud (1993), diferentes esquemas mobilizados pelos estudantes relacionados com os conceitos em ação (lados iguais, ângulos congruentes e pontos de intersecção) e os teoremas em ação (relacionar x centímetros do lado do triângulo com o raio da circunferência) foram mobilizados visando resolver a situação apresentada, pois sabiam que apenas desenhar um triângulo equilátero com régua não era suficiente.

Na programação do triângulo equilátero construído na folha de papel (ainda sem o contato com o software *Scratch*), os estudantes mobilizaram os conhecimentos desenvolvidos anteriormente nas trilhas para resolver a situação, como pensar no ângulo externo da figura quando girassem à direita ou à esquerda e na quantidade de lados iguais para pensar nas repetições para elaborar o desenho. Porém a percepção que deveriam usar o ângulo externo de 120° em vez de 60° do ângulo interno não era evidente, perguntas surgiram, tais como “Mas sora, não é o ângulo de 60° ?” ou “Testei na trilha do Frozen e não deu certo com 60° ? Como faço?”. A professora pesquisadora orientou os estudantes para que se imaginassem andando em cima do triângulo equilátero. Todos esses conhecimentos possibilitaram que percebessem que deveriam usar o ângulo suplementar ao de 60° (conforme figura 41 p. 72).

Em relação à baliza entre os dois carros, é possível perceber que cada grupo identificava o ângulo que deveriam virar para a direita ou esquerda e a distância que deveria andar para trás e para frente. Todos os grupos sistematizaram uma sequência de ações para o estacionamento do carro entre os outros dois. Essa forma de escrita apresenta uma estrutura próxima de um algoritmo, que ao ser executado na ordem descrita, produz um possível resultado desejado, que conforme Rocha (2017), são elementos do pensamento computacional. As invariantes operatórias de Vergnaud com relação aos conceitos-em-ação mobilizados são ângulos, deslocamento e algoritmo, e os teoremas-em-ação mobilizados são o deslocamento para trás x cm e virar y graus para direita ou esquerda. Esses ingredientes foram necessários para os alunos desenvolverem esquemas de resolução na situação proposta.

Os últimos dois momentos do conjunto dos desafios eram sobre o triângulo de Sierpinski: além dos alunos perceberem o padrão do fractal e desenharem a próxima iteração, deveriam também fazer a programação da segunda figura da sequência. Os grupos utilizaram esquemas do seu repertório de conceitos e descreveram o padrão do triângulo de Sierpinski com suas palavras. Na programação, podemos perceber as construções com repetições, as relações entre as medidas dos lados dos triângulos maiores e menores, a rotação do Sprite para desenvolver o próximo passo e os cálculos de divisão e proporção feitas no papel, em que o lado do triângulo menor é metade do maior.

Dessa forma, encerramos a análise dos desafios envolvendo Geometria e programação. Percebemos que os alunos mobilizaram diferentes representações e esquemas para chegar nas possíveis soluções dos desafios.

6.3 AULA 3 – APRESENTAÇÃO DO SCRATCH.

Esta aula foi destinada à apresentação do *Scratch*, primeiramente a professora pesquisadora solicitou que entrassem no site do *Scratch*⁶ e fizessem o login. Alguns conseguiram com facilidade, outros perguntaram onde era e como fazia. Na sequência, solicitou que criassem seu projeto, e mexessem por 15 minutos, sem dar nenhuma explicação, apenas que explorassem as funcionalidades do *Scratch*. Os estudantes demonstraram mais interesse nos personagens, nos sons e fundos e perceberam que podiam gravar o som da própria voz e colocar em algum personagem, e que um fundo era o plano cartesiano. Também aprenderam como salvar seu projeto, a utilização do palco, dos blocos e da área de comandos.

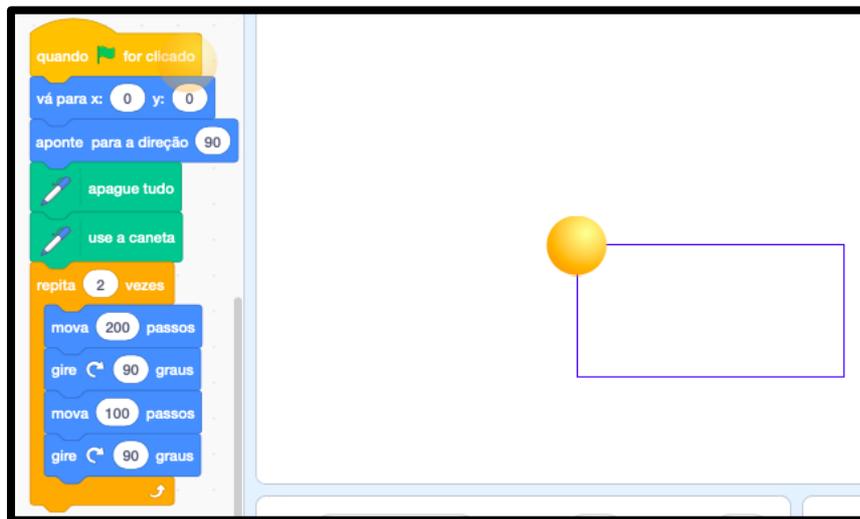
Após os 15 minutos, foram mostrados os blocos separados por cores e suas funções, bem como alguns comandos importantes, como: “andar para frente”, “virar para a direita”, “repetições”, “ir para x e y escolhido” ou “ponto (0,0)” para o personagem ir sempre para o centro, “apontar 90°” para o personagem não ficar de cabeça para baixo. Algumas construções foram mostradas, como do quadrado, o

⁶<https://scratch.mit.edu/>

algoritmo para calcular a área de qualquer quadrado com o intuito de utilizar a criação de variáveis, o uso dos operadores e a inclusão da caneta para desenhar no palco.

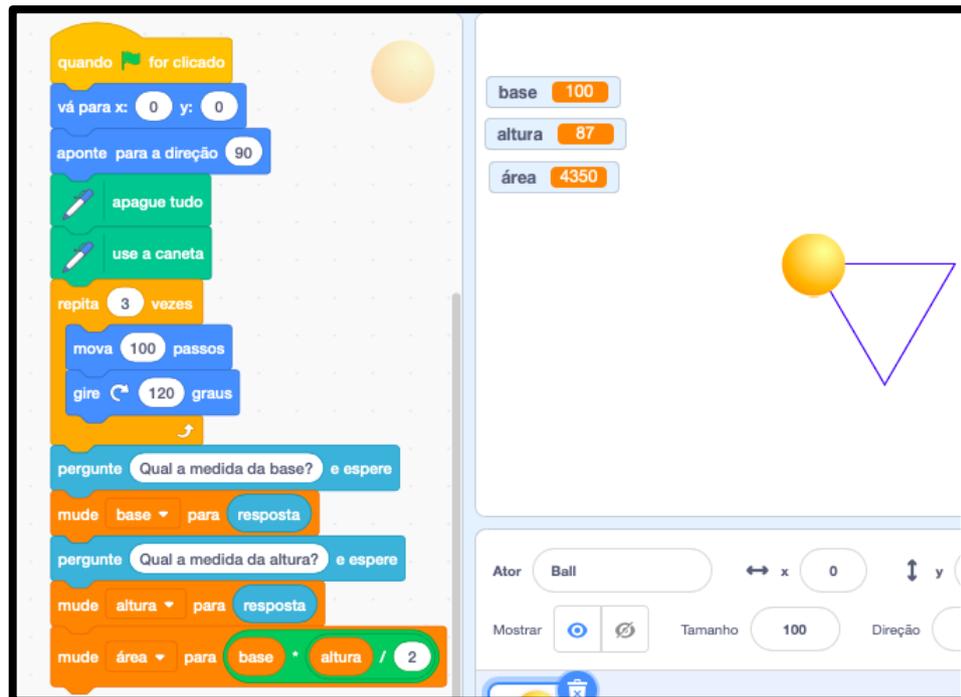
Duas atividades foram solicitadas aos alunos individualmente, uma em que construíssem um retângulo ou um paralelogramo, e outra um triângulo qualquer e calculassem sua área. Como era uma aula mais livre, pedimos que mandassem os prints via Google Sala de Aula para registro, mas foram mostrando as produções ao longo da aula. O intuito dessa apresentação do *Scratch* tinha como objetivo introduzir a programação e utilizar a Matemática para resolver as situações. Seguem figuras 49 ilustrando um retângulo e 50 ilustrando o triângulo e sua área, da aluna M.

Figura 49 – Programação do retângulo pela aluna M.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 50 – Programação do triângulo pela aluna M.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esta aluna em específico, além de construir o triângulo equilátero, calculou a altura através de Pitágoras utilizando o triângulo retângulo com medida de base 50 e medida da hipotenusa 100 para assim calcular a área. Logo depois utilizou as variáveis base e altura e os operadores para calcular a área do triângulo equilátero de base 100.

6.4 AULA 4 – CONSTRUÇÃO DE POLÍGONOS REGULARES.

Os 8º e 9º encontros foram divididos em dois momentos, o primeiro destinado às construções de alguns polígonos regulares como uma continuação da aula anterior e o segundo momento à rotação de diferentes figuras e construção do círculo. Os discentes foram divididos em trios sorteados e cada trio foi numerado em 1, 2, 3 e assim por diante num total de 11 trios, sendo os trios 2 e 10 retirados da pesquisa devido a não entrega do termo de consentimento livre e esclarecido por parte de alguns alunos.

A professora pesquisadora solicitou aos alunos que construíssem à maneira deles os seguintes polígonos: triângulo equilátero, quadrado, pentágono, hexágono e

octógono. Entregaram os registros através de prints no Google Documentos ou Google Apresentação, pois era a plataforma utilizada nas aulas. A maioria dos trios utilizou seus conceitos, levantou hipóteses relacionando lados, ângulos internos e externos retomando suas propriedades através da programação no *Scratch*.

Devido às tarefas feitas anteriormente, os alunos tiveram pouquíssimas dificuldades em programar, pois já sabiam construir o quadrado e o triângulo equilátero. Nas outras figuras, usaram repetição de comandos e apenas um trio percebeu que os ângulos que tinham de virar para a direita ou esquerda eram o resultado da divisão de 360° pelos números de lados, o resto dos trios foi testando ângulos de 30° , 45° , 60° , entre outros. Foram escolhidas aleatoriamente as construções representadas pelo trio 11, conforme figuras 51 a 55.

Figura 51 –Programação do triângulo pelo trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 52 – Programação do quadrado pelo trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 53 – Programação do pentágono pelo trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 54 – Programação do hexágono pelo trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 55 – Programação do octógono pelo trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Além das figuras planas, durante essa tarefa, foi conversado com os alunos sobre o que eles entendiam de propriedades dos polígonos, como construíram com régua e compasso nas aulas de Artes e como fizeram no *Scratch*. Nem todos os trios descreveram com suas palavras, somente os trios 7, 8 e 9, pois era uma conversa informal e um convite a compartilhar seus aprendizados.

O trio 7 comentou as propriedades dos polígonos, tais como quantidade de lados, quais eram os ângulos internos. Descreveu a construção com régua e compasso e a construção no *Scratch*. O trio 8 descreveu de forma semelhante ao trio 7, comentando sobre a quantidade de lados, a soma de seus ângulos internos e a construção com régua e compasso. O trio 9 fez de forma análoga ao trio 7, e foi escolhido o octógono para ser descrito.

“Para construir um octógono com compasso e régua, deve-se fazer um círculo e traçar uma linha horizontal passando pelo centro (diâmetro), depois abre o compasso no tamanho dessa linha, coloca-se o compasso em uma de suas extremidades e faz um arco passando por cima e por baixo e faz o mesmo na outra extremidade, depois faz uma linha reta passando pelos dois pontos de interseção dos arcos, formando uma linha vertical. Depois deve-se conectar duas extremidades, formando uma linha depois abre o compasso no tamanho dessa linha, coloca-se o compasso em uma de suas extremidades e faz um arco passando por cima e por baixo e faz o mesmo na outra extremidade, depois se faz uma linha reta passando pelos dois pontos de interseção dos arcos, essa linha está a 45° das linhas vertical e horizontal, depois deve-se fazer o mesmo do outro lado, formando 4 linhas que passam pelo centro do círculo. Após tudo isso deve-se conectar os pontos por onde as linhas passam pela circunferência, formando os 8 lados do octógono.”

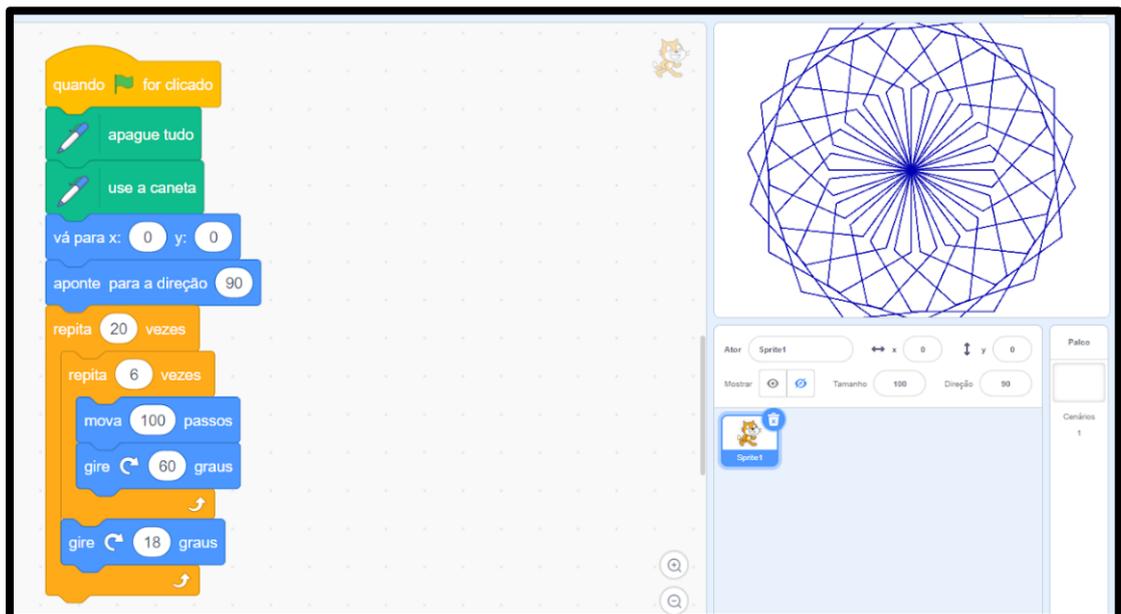
“Agora para fazer um octógono no programa *Scratch*, precisamos colocar o comando que tem a bandeira verde, o comando “desenhe com a caneta” e o comando “apague tudo”, para que o desenho possa ser reproduzido no programa. Depois precisamos colocar o comando para repetir tudo OITO vezes e “dentro” desse comando precisamos colocar os comandos: “ande 100 passos para frente e depois coloque o comando “vire 45 graus”. Depois clique na bandeira verde, e todos os comandos vão ser feitos e o octógono vai ser formado.”

A segunda parte dessa aula era rotacionar sobre um ponto denominado de centro de rotação alguns polígonos e construir uma aproximação da circunferência. A intenção era trabalhar a rotação dos polígonos e perceber os ângulos envolvidos

nessas rotações; exercício semelhante ao da trilha da *Frozen*. No caso da circunferência, era fazer um polígono com muitos lados pequenos, no qual a soma das medidas dos lados se aproxima do comprimento da circunferência.

A fim de mostrar as produções dos estudantes, escolhemos algumas construções. Todos os trios de alguma maneira perceberam que, após a construção de um polígono, deveriam girar alguns graus para a direita ou para a esquerda e para isso, era necessário dividir 360° pelo número de repetições. O trio 11 fez 20 hexágonos rotacionados sobre o ponto de origem e utilizou o “virar para direita 18° graus”, conforme figura 56. O trio não apresentou dificuldades em dividir 360° por 20 vezes, pois já havia feito na trilha *Frozen*.

Figura 56 –Programação da rotação do hexágono do trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Todos os trios com exceção do trio 3, fizeram a circunferência “repetindo 360”, “mova um passo” e “vire para a direita um grau”. Os estudantes do trio 3 acabaram construindo um polígono com 10 passos utilizando o comando vire para a direita 15 graus, repetindo o processo 24 vezes. Eles perceberam que bastava andar um pouco e virar um pouco, não necessariamente um passo e um grau. Segue figura 57 que ilustra a programação.

Figura 57 – Programação da circunferência do trio 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao final desta aula já percebemos que os alunos conseguem se expressar melhor em relação à programação no *Scratch*, tanto nos comandos utilizados quanto nos ângulos de rotação, identificando quais ângulos devem usar para cada figura plana que planejam construir.

6.4.1 Análise das Construções de Polígonos Regulares no *Scratch*.

A atividade descrita acima iniciou com a introdução do software *Scratch* como citado na seção 6.3. O uso do computador, através do software, é entendido como uma forma de desenvolver conceitos relacionados aos polígonos regulares. Baseado nas ideias de Papert (1985) e no pensamento computacional, o computador é um mediador para a construção do conhecimento.

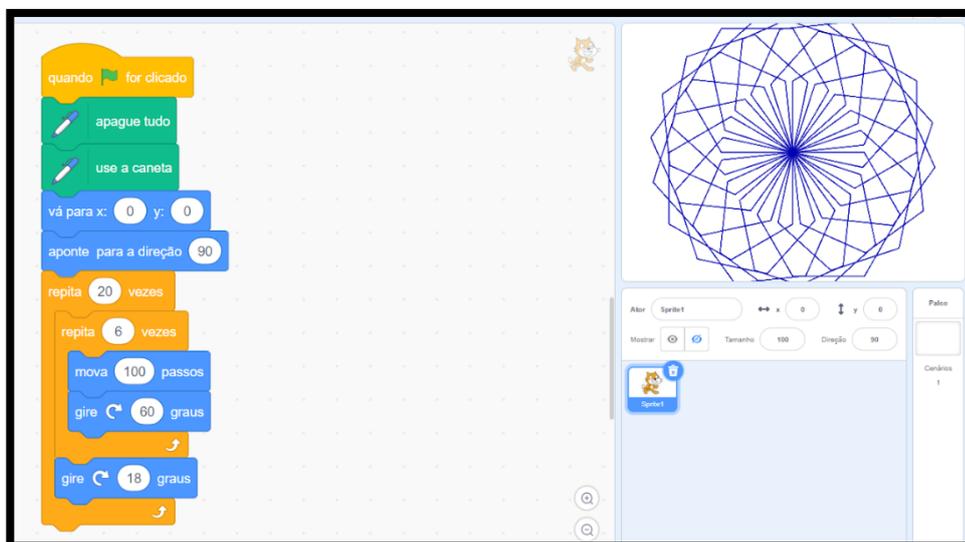
Um aspecto importante a destacar é a utilização da programação para construir os conceitos relacionados à Matemática, unindo conhecimentos prévios da Geometria euclidiana e a Geometria do *Sprite*. Além disso, outros conhecimentos relacionados a mais de um campo conceitual, tais como multiplicação e divisão.

Diferente dos outros dois momentos, neste subitem temos apenas duas situações: a primeira, a construção dos polígonos regulares, e a segunda, rotação dos polígonos e construção de uma circunferência, ambas no *Scratch*. Devido a isso, não achamos necessário o uso de quadros para a análise.

Na primeira situação, foi solicitado aos alunos a construção dos seguintes polígonos regulares: triângulo equilátero, quadrado, pentágono, hexágono e octógono. Barcelos e Silveira (2012) comentam que a linguagem algorítmica expressa na utilização da mesma programação para a construção de diversas figuras, é uma competência do pensamento computacional, e na presente situação, fazendo uma transição da linguagem verbal à linguagem matemática através da programação. O uso do *Scratch* permitiu que os estudantes vivenciassem uma situação atribuindo significado ao conceito de polígonos regulares através da sistematização de esquemas (ROCHA, 2017).

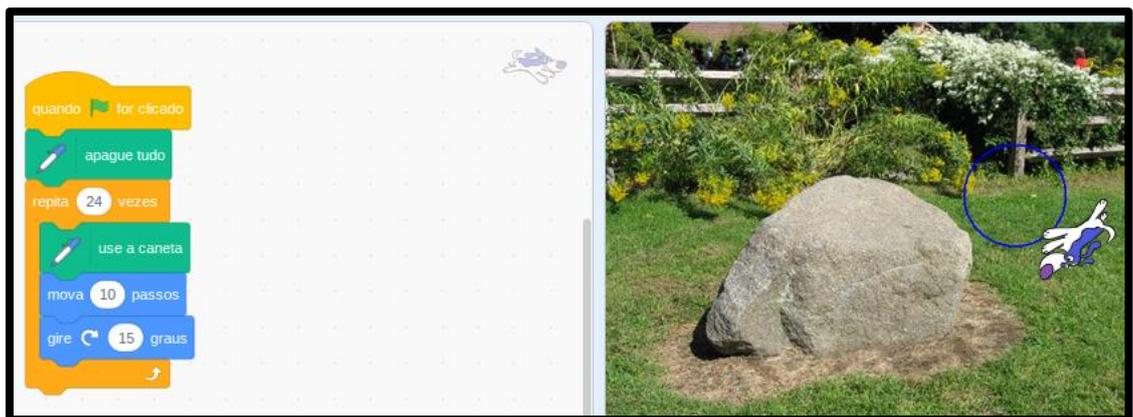
Conforme Fioreze (2010), as situações das construções no software dos polígonos regulares possuem esquemas que podem ser aplicados pelos trios a uma classe mais restrita do que aquela em que se aplicaria de forma eficaz. Ou seja, os trios não estenderam o esquema a uma classe mais ampla, no caso a generalização das construções das figuras para qualquer polígono regular, não reconhecendo as analogias necessárias. “A generalização do esquema passa pelo reconhecimento de invariantes” (FIOREZE, 2010, p.37). Eles até perceberam como deveriam construir de forma semelhante as figuras, mas nenhum dos trios elevou seu nível de abstração para fazer um algoritmo que desenhasse no palco do *Scratch* qualquer polígono.

Na segunda situação relacionada com a rotação das figuras, percebemos que os alunos brincaram com os polígonos rotacionados sobre o mesmo eixo, segue figura 56 p. 87.



A estratégia de partir do familiar, figura que já sabem desenhar e rotacionar, obtendo outro desenho, faz com que a posição da figura mude, ampliando seu conhecimento na programação, para depois poder ampliar suas ideias para construir outras programações (PAPERT, 1985). Além de ampliar seu conhecimento na programação, o sujeito precisa colocar em prática seus conceitos em ação como ângulo, repetição controlada, operador de mudança de posição. E seus teoremas em ação como "qual ângulo devo girar para que a figura rotacione sobre o seu eixo 20 vezes" como na figura apresentada.

Quando os trios construíram a circunferência, eles foram encorajados assim como Papert (1985) encorajou a criança a mover-se em círculo, andar um pouco e virar um pouco, construindo um polígono com muitos lados que aparentemente era uma circunferência, conforme o trio 3 na p. 88, figura 57.



Porém, o trio não se preocupou de uma maneira mais ampla em relação ao que seria um polígono de muitos lados, apenas que se parecia com uma circunferência. O trio utilizou o repertório de esquemas, construindo um novo esquema, adaptando as repetições utilizadas nas construções anteriores, ampliando para muitas repetições e formando sua circunferência.

6.5 AULA 5 – PROJETO DOS POLÍGONOS INSCRITOS E CIRCUNSCRITOS COM RÉGUA E COMPASSO.

Nos encontros 10 e 11, trabalhamos uma aula em conjunto com a professora de Artes. Os estudantes separados em trios, teriam de pensar em um projeto que envolvesse polígonos inscritos e circunscritos.

As professoras explicaram que eles deveriam escolher um polígono regular ou mais de um e fazer sua construção com régua e compasso no tamanho máximo de uma folha A3, inscrever uma circunferência ou um polígono de sua escolha para desenhar o próximo, formando construções de figuras planas que diminuíaam de tamanho proporcionalmente com sensação de infinito. Também foi combinado com os alunos o material que deveriam trazer para esta aula, no caso, folha A3, compasso, régua e lápis de cor ou giz de cera. No primeiro momento, tiveram algumas falas de descontentamento, tais como:

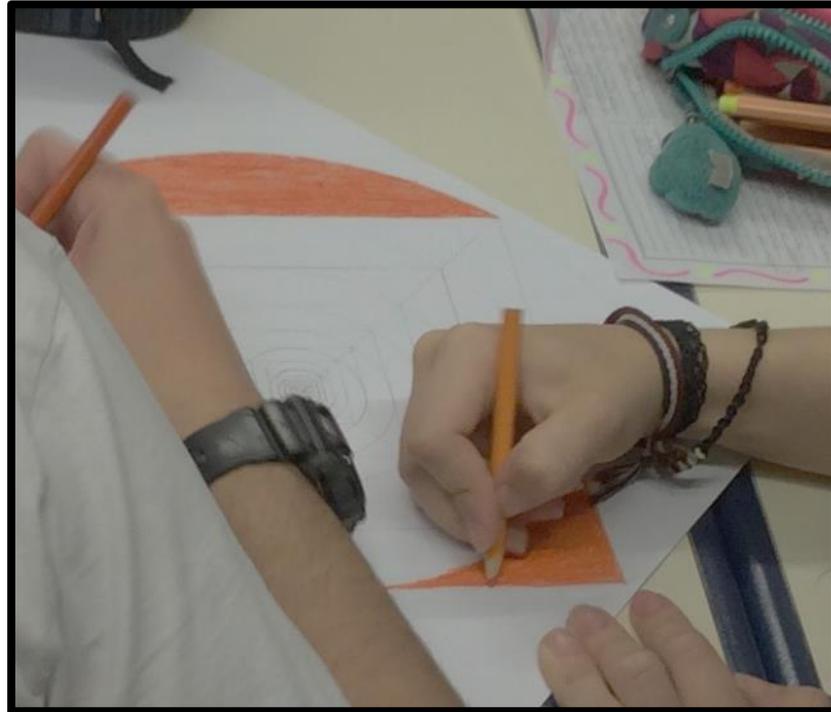
“Sora, isso é muito difícil!”, comentou o aluno C do trio 1.

“Eu não vou conseguir fazer!”, falou a aluna E do trio 3.

Os estudantes discutiram por uns 15 minutos sobre o que gostariam de desenhar e após as professoras ajudaram cada um dos trios nos primeiros passos do desenho. Eles sentiram muitas dificuldades em fazer o primeiro desenho, como segurar o compasso, qual o centro em relação ao raio máximo que deveriam fazer primeiro, pois qualquer polígono que escolhessem necessitava de marcações de circunferências.

Aos poucos os trios foram se organizando e escolhendo quais queriam utilizar: eles escolheram polígonos que achavam mais fáceis de construir e nenhum escolheu o pentágono ou o octógono. Surgiram três tipos de desenhos, pois alguns trios realizaram cópias uns dos outros na hora de desenhar. Por exemplo, oito trios escolheram quadrados inscritos em uma circunferência e repetiram o processo rotacionando 45° na metade do quadrado, construindo outro de tamanho proporcionalmente menor. Segue figura 58 que representa a construção do trio 4.

Figura 58 – Desenho de quadrados inscritos na circunferência do trio 4.



Fonte: Dados da pesquisa.

Partindo de uma circunferência inicial, com algum polígono inscrito nele, como triângulos equiláteros ou hexágonos, um trio colocou dois triângulos, cada um virado de cabeça para baixo do outro, formando uma estrela e repetiu o desenho dentro da próxima circunferência e assim sucessivamente, conforme figura 59.

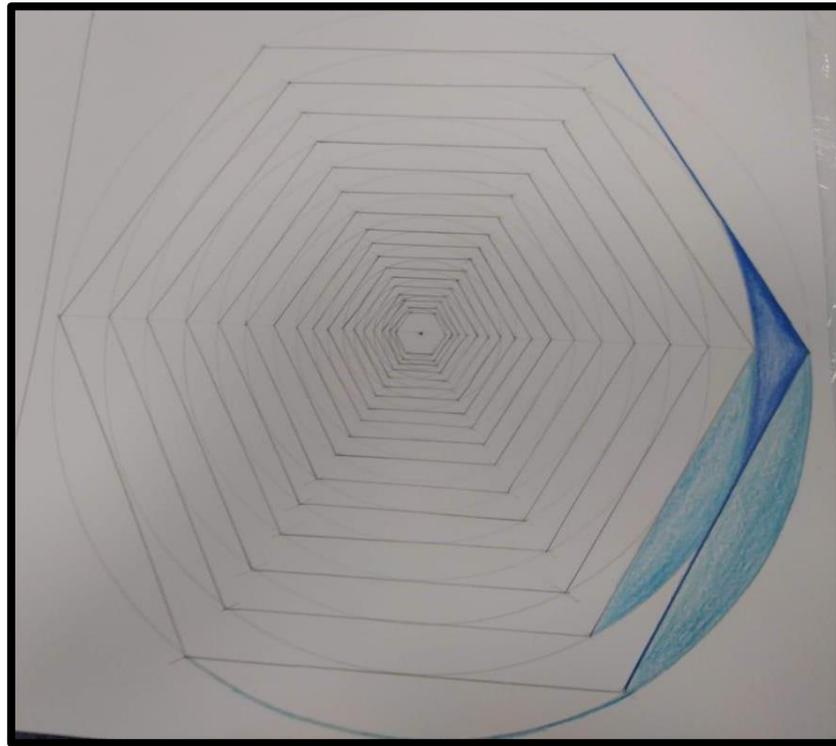
Figura 59 – Desenho de triângulos inscritos na circunferência do trio 9.



Fonte: Dados da pesquisa.

Outro trio fez diversos hexágonos inscritos numa circunferência que vão diminuindo proporcionalmente até ficarem muito pequenos para poder repetir o desenho. Segue figura 60 para ilustrar a construção do trio 6.

Figura 60 –Desenho de hexágonos inscritos na circunferência do trio 6.



Fonte: Dados da pesquisa.

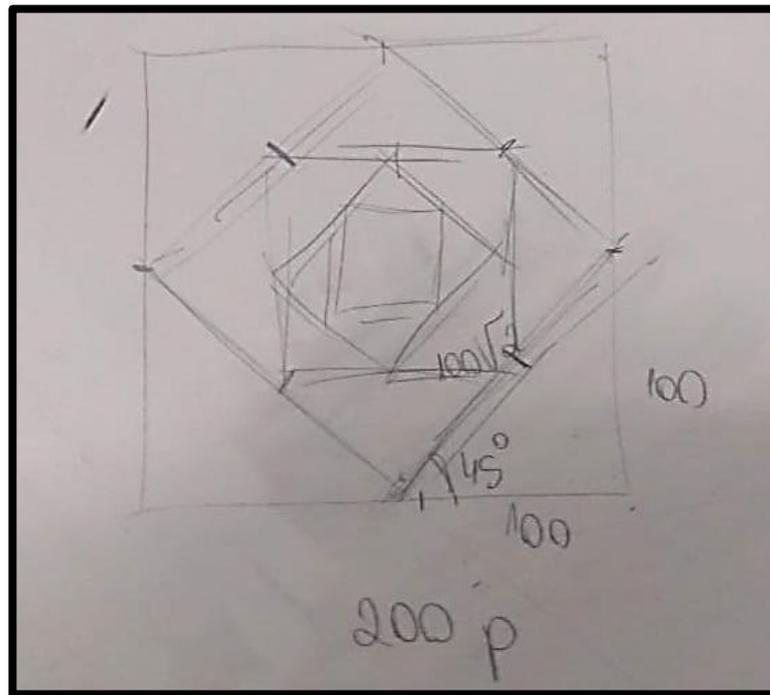
Ao final desta aula, apenas o trio 7 e o trio 11 perceberam que os polígonos que estavam construindo eram sempre inscritíveis a uma circunferência, pois eram figuras tanto inscritíveis quanto circunscritíveis. Todos os trios perceberam que nos pontos de intersecção das construções sempre podiam desenhar uma nova circunferência sendo a união desses pontos o seu diâmetro. E, ao longo da aula, eles construíram de forma muito mais rápida do que imaginavam, pois conseguiam manejar o compasso com mais agilidade.

6.6 AULA 6 – PROJETO DOS POLÍGONOS INSCRITOS E CIRCUNSCRITOS NO SCRATCH.

A aula iniciou como uma continuação da anterior, na qual os alunos tinham de se reunir em trios e fazer seu projeto da folha A3 no *Scratch*, ou um projeto diferente. A maioria dos trios (1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 e 12) escolheu construir quadrados, um dentro do outro, com os seus vértices posicionados nas metades dos lados do outro quadrado virando o Sprite 45° em torno do centro do quadrado, nas metades dos lados do quadrado maior e assim por diante. Segue figura 61, do trio 3, na qual aparece o

esboço do desenho e alguns conceitos euclidianos, como ângulos complementares do triângulo retângulo, o valor da hipotenusa sendo o lado do próximo quadrado. O trio não apresentou generalização da situação nem utilizou o comando sempre, repetindo o mesmo processo várias vezes.

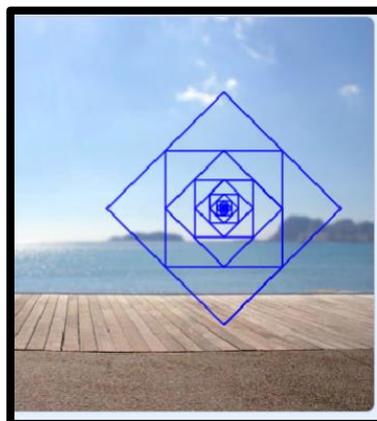
Figura 61 – Esboço do desenho de quadrados inscritos a outro quadrado pelo trio 9.



Fonte: Dados da pesquisa.

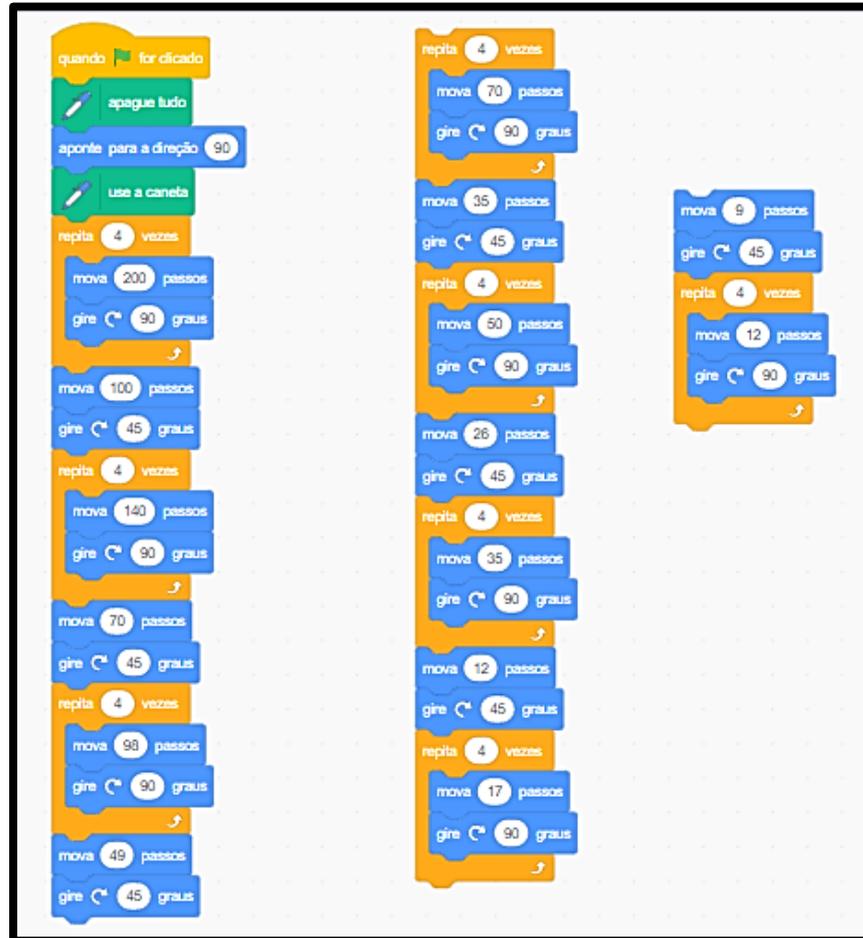
Seguem as duas figuras 62 e 63 referentes à programação no software do trio 9.

Figura 62 – Desenho no palco de quadrados inscritos a outro quadrado do trio 9.



Fonte: Dados da pesquisa.

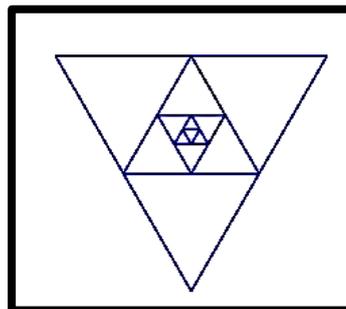
Figura 63 – Programação de quadrados inscritos a outro quadrado do trio 9.



Fonte: Dados da pesquisa.

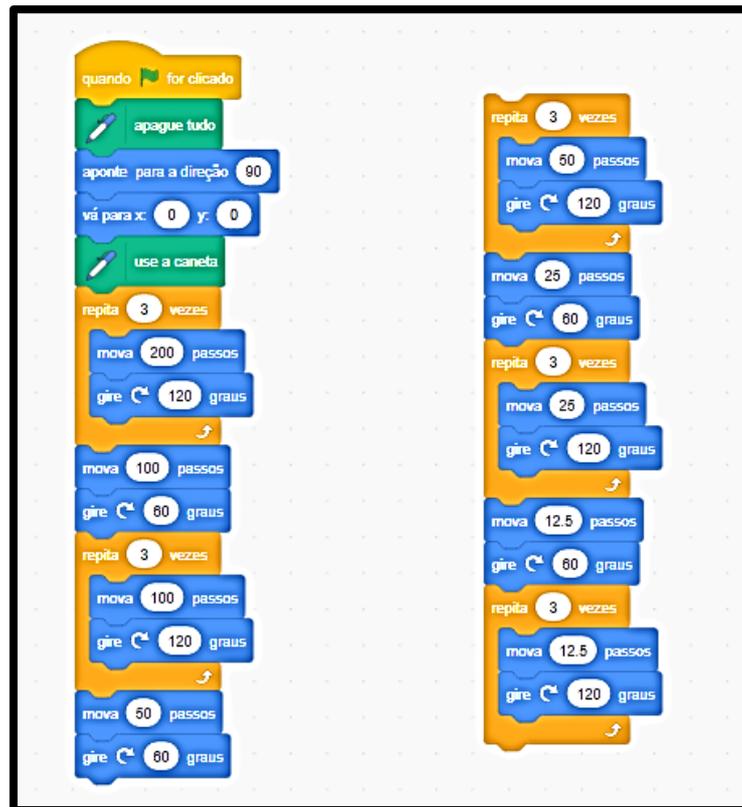
O trio 3 utilizou a mesma ideia dos quadrados inscritos apresentada pelo trio 9, utilizando triângulos equiláteros, sendo os vértices do triângulo menor posicionados nos pontos médios dos lados do triângulo maior e assim por diante. Seguem figuras 64 e 65.

Figura 64 – Desenho no palco do trio 3 referente a triângulos inscritos a outro triângulo



Fonte: Dados da pesquisa.

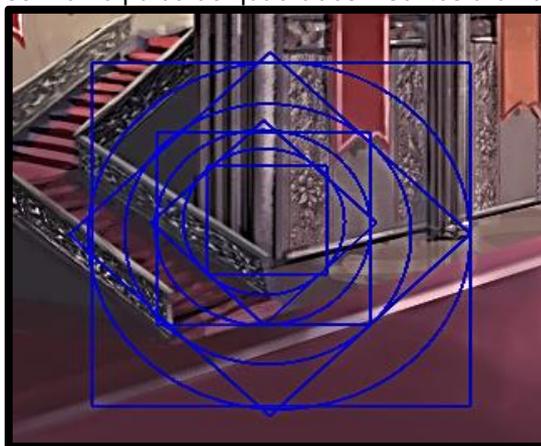
Figura 65 – Programação do trio 3 de triângulos inscritos a outro triângulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

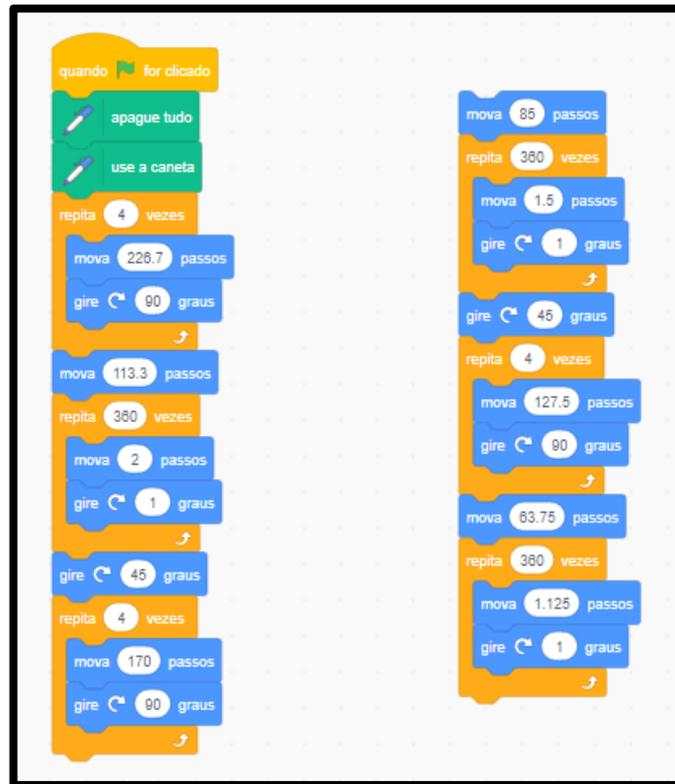
Os trios 7 e 11 fizeram quadrados circunscritos na circunferência rotacionando 45° graus. No trio 7, houve desencontro entre os pontos de intersecção dos quadrados e as circunferências, não relacionando adequadamente os pontos de intersecção entre os quadrados maior e menor e o raio da circunferência. Ou seja, foram testando, buscando aproximar-se dos desenhos em que um polígono está dentro do outro. As figuras 66 e 67 demonstram isso.

Figura 66 – Desenho no palco de quadrados inscritos a uma circunferência do trio 7.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 67 – Programação de quadrados inscritos a uma circunferência do trio 7.



Fonte: Dados da pesquisa.

O trio 11 destacou-se entre os demais, pois foi o único que utilizou a razão de proporção relacionando-a com a circunferência e o lado do quadrado como variável, apresentando todos os cálculos no papel solicitado. Primeiro o trio calculou a diagonal do quadrado de lado 200 pela fórmula $d = l\sqrt{2}$, depois descobriu o raio dividindo por dois, chegando ao número $100\sqrt{2}$. Sabendo o raio, calculou o comprimento da circunferência e utilizou esse valor para saber o quanto deveria andar na programação repetindo 360 vezes para obter o mesmo comprimento, 81 vezes, obtendo o primeiro desenho. A próxima circunferência teria raio 100, fizeram o mesmo processo calculando o comprimento, mas desta vez utilizaram o valor 81 que deveriam multiplicar por 360 para achar o valor do lado do próximo quadrado. O trio achou o valor de 141, 36. Após a professora pesquisadora perguntou ao aluno P se existia alguma relação entre os lados e ele dividiu o lado maior pelo menor, chegando a uma relação entre os quadrados no valor de 1,41. Solicitamos que testassem para a próxima parte da figura. Segue na figura 68 a resolução no papel do aluno P do trio 11.

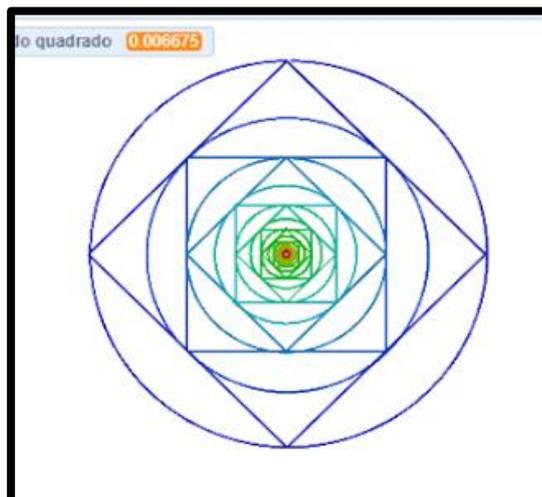
Figura 68 – Cálculos do aluno P do trio 11.

$200 \square$ $d = 200\sqrt{2}$ $R = 100\sqrt{2}$
 $l = 100$
 $C = 2\pi \cdot 100\sqrt{2}$
 $C = 200\sqrt{2}\pi$
 $C \approx 888,57$
 $360 \cdot \frac{200}{x} = 888,57$
 $888,57x = 72000$
 $x = \frac{72000}{888,57}$
 $x \approx 81$
 $\frac{200}{x} = 1,41$
 $141,36$
 \square_{100} $R = 100$ $C = 2\pi \cdot 100$
 $C = 200\pi$
 $C = 628,31$
 $360 \cdot \frac{x}{81} = 628,31$
 $360x = 628,31 \cdot 81$ $\frac{200}{x} = 141,36$
 $360x = 50893,11$ $x = 141,36$
 $x = 141,36$ $200 = 141,36x$

Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 69, temos o desenho no palco das figuras inscritas e circunscritas.

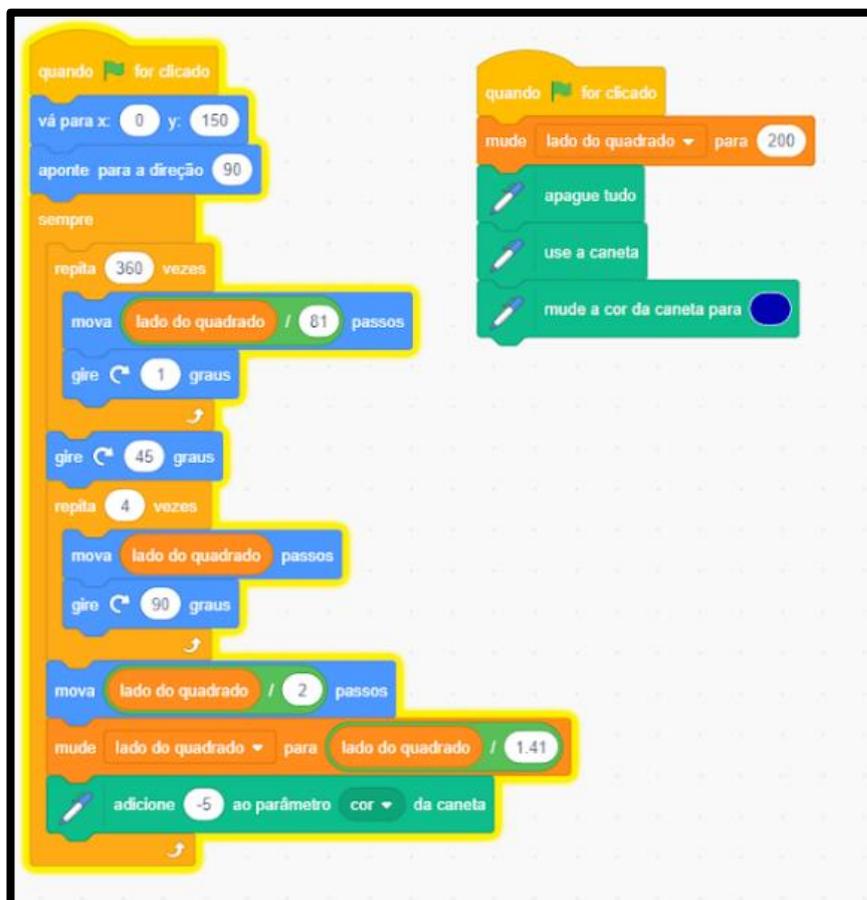
Figura 69 – Desenho no palco do aluno P do trio 11.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à programação, o trio utilizou o comando sempre para que o processo se repetisse com o valor da razão entre os lados dos quadrados, formando assim um desenho semelhante a um fractal. Segue na figura 70 a programação.

Figura 70 – Programação do desenho do trio 11.



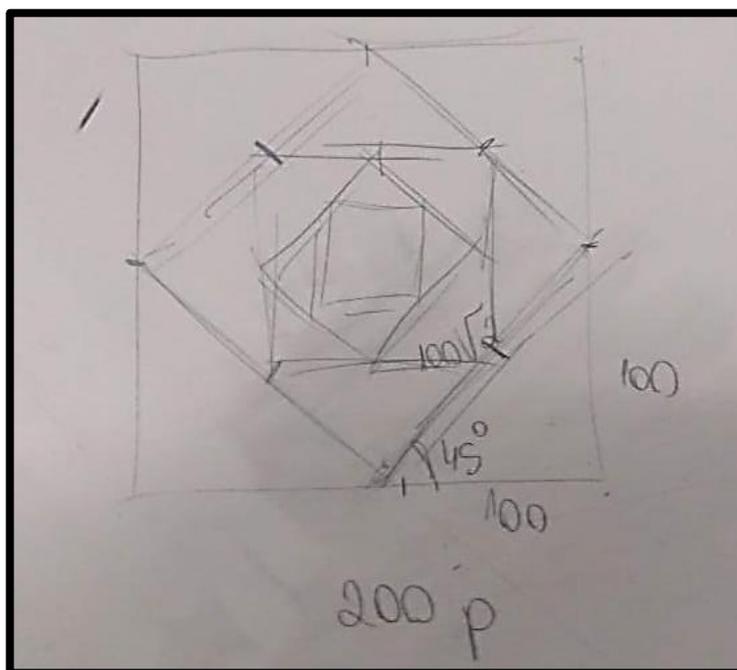
Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, encerramos a sessão da descrição sobre os encontros propostos na realização das atividades. A seguir, será feita a análise das atividades desenvolvidas pelos alunos.

6.6.1 Análise do Projeto de Polígonos Inscritos e Circunscritos.

O projeto dos trios iniciou com a construção com régua e compasso no papel, em que deveriam escolher um ou mais polígonos inscritos ou circunscritos a eles mesmos ou a uma circunferência. Após essa construção no papel, os estudantes fariam a construção dos polígonos no *Scratch*.

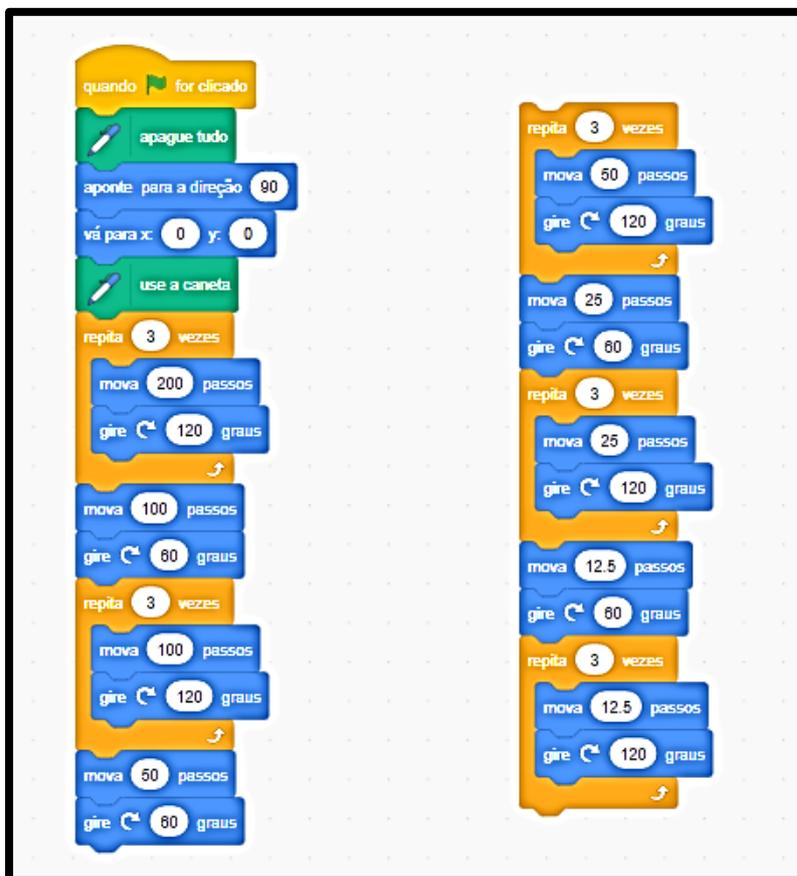
Na programação dos quadrados inscritos uns aos outros com vértices posicionados nas metades dos seus lados, no esquema a seguir, o trio 9 mobilizou teoremas em ação calculando a medida do lado do quadrado virado. Utilizou o teorema de Pitágoras para determinar a hipotenusa, e repetiu o processo para os próximos dois quadrados inscritos, até os componentes compreenderem que existia uma proporção nas medidas dos lados utilizados na programação no *Scratch*, conforme figura 61 p. 95.



Os conceitos em ação que apareceram foram propriedades do quadrado, rotação, propriedades do triângulo retângulo, razão e proporção entre figuras e ângulos internos e externos das figuras.

Na construção dos triângulos equiláteros, um dentro do outro com rotação de 180° , o trio 3 construiu os triângulos equiláteros virando 60° para construir o próximo triângulo, utilizando teorema de Pitágoras para achar a hipotenusa e ser o lado do próximo triângulo, assim como na construção do trio 9. Os alunos do trio 3 perceberam a proporção entre os lados e utilizaram essa percepção na construção da programação, relacionando a Geometria euclidiana com lápis e papel com a Geometria do *Scratch*. Os conceitos em ação mobilizados foram propriedades do

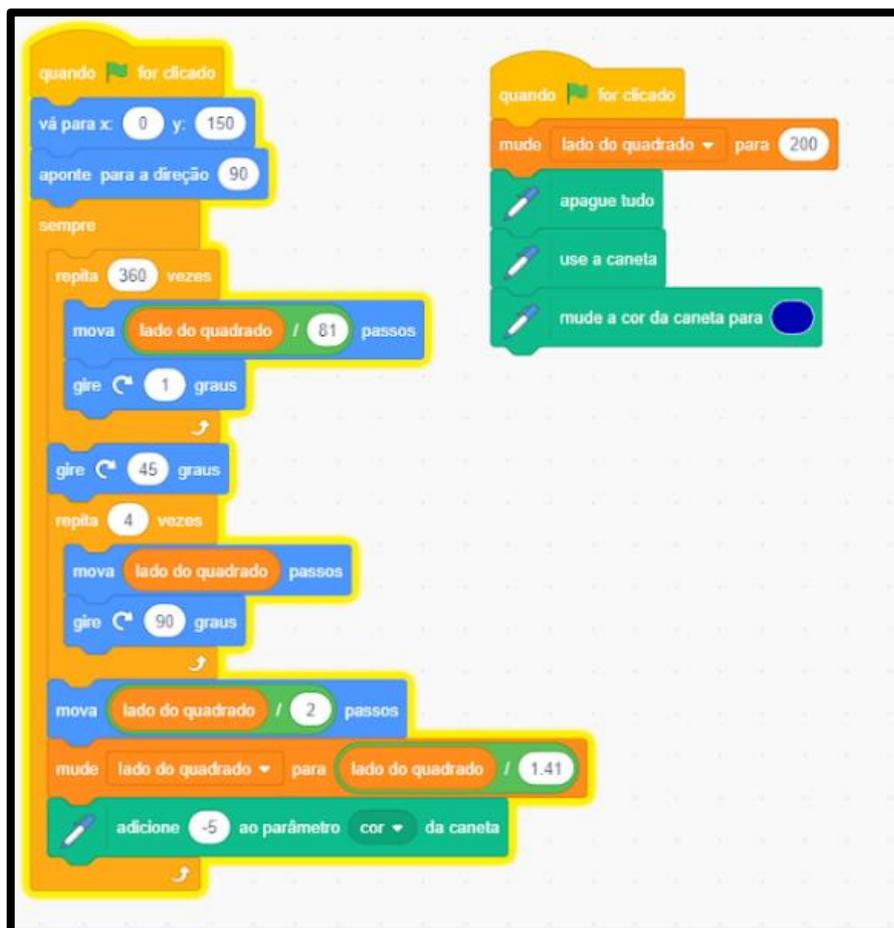
triângulo equilátero, rotação, propriedades do triângulo retângulo, razão e proporção entre figuras e ângulos internos e externos dos polígonos (Figura 65, p. 97).



Na construção dos quadrados circunscritos a uma circunferência, rotacionado 45° graus para o próximo quadrado (ver figura 69 p. 99), o trio 11 calculou a diagonal do quadrado maior e depois determinou o raio. No esquema desenvolvido para possibilitar a construção da programação, os alunos utilizaram o comprimento da circunferência. Fizeram o mesmo esquema de resolução para encontrar a medida do lado do próximo quadrado e conseqüentemente descobriram o próximo comprimento da circunferência circunscrita (ver figura 67 p. 98).

Os conceitos envolvidos na construção anterior foram propriedades do quadrado, ângulos internos e externos, rotação, razão e proporção entre figuras, e comprimento da circunferência. Os teoremas envolvidos foram utilizar do resultado da diagonal do quadrado para chegar ao resultado do raio, e principalmente relacionar o resultado do comprimento da circunferência para introduzir no esquema da programação para a construção da circunferência circunscrita. Esse trio percebeu

uma relação entre os lados da figura, porém, diferente dos outros trios, padronizou a relação encontrada ao programar, utilizando o comando **sempre**. Esta construção se aproximou de um fractal, conforme figura 70, p. 100.



O desenho do papel e no *Scratch* assemelham-se a um fractal, porém a iteração é finita. Na programação, tem uma parada, o que não acontece com um fractal de fato.

Ao desenvolver o projeto do papel no software, os trios perceberam que deveriam planejar e fazer os cálculos no papel primeiro para depois trazer para a programação, pois não era banal a construção. A formação da sequência fez com que os estudantes formalizassem seu pensamento na programação representado geometricamente no palco, criando um algoritmo. Essa identificação é associada a uma das competências do pensamento computacional (BARCELOS; SILVEIRA, 2012).

Conforme Spohr, Garcia e Santarosa (2020), Vergnaud afirma que a situação em que os alunos não dispõem de todas as competências necessárias, conduzindo a um tempo de reflexão e exploração, de metas e antecipações, regras para as ações, e utilização de invariantes operatórios, são ingredientes importantes para a construção dos esquemas que constituem a base conceitual. Conseguimos perceber na programação do *Scratch*, metas (desenho com sensação de infinito) e antecipações através dos esquemas no papel e regras para as ações do Sprite no palco durante a construção do desenho. A utilização de conceitos em ação e teoremas em ação nos esquemas desenvolvidos para construir e desenvolver os projetos.

Como mencionamos anteriormente, o propósito desta experiência didática era utilizar o software *Scratch* como ferramenta de apoio para investigar aspectos declarativos externalizados ao programarem a resolução de situações problemas da Geometria de polígonos regulares. Podemos perceber que o uso de programação proporcionou para esses estudantes uma compreensão mais ampla de polígonos regulares e de conceitos geométricos como um todo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das atividades buscamos responder à seguinte questão norteadora da pesquisa: “De que forma estudantes do nono ano do Ensino Fundamental declaram seus conhecimentos, frente a situações problemas envolvendo polígonos regulares, operando com o software *Scratch*?” Responder essa questão exige um olhar para o estudante em questão, olhar para a sua programação, e não somente para o seu produto final. Visando este olhar como um todo, também pretendemos identificar respostas para as possíveis indagações adicionais, complementando as etapas da pesquisa. Estas indagações são:

- “De que forma a programação pode contribuir e ser integrada na aprendizagem de Geometria plana?” Ao analisar as programações criadas pelos alunos, identifica-se que elas foram elaboradas e integradas para as resoluções de situações problemas que envolviam conhecimentos de Geometria plana. Os estudantes demonstraram ter alguns conhecimentos prévios sobre as propriedades euclidianas das figuras e ampliaram esses conhecimentos durante a pesquisa e incorporaram elas nas programações.

- “E os alunos compreenderão e resolverão situações matemáticas na área de Geometria plana através da programação?” O conjunto diversificado de situações envolvendo programação e Geometria possibilitou que os alunos desenvolvessem esquemas e utilizassem diferentes representações, construindo conceitos geométricos, principalmente de polígonos regulares (VERGNAUD, 1993). Também foi perceptível o exercício de expressar pensamentos e ideias nas diferentes linguagens, como a corporal, na construção com régua e compasso, e na linguagem de programação.

- “Eles poderiam criar projetos pessoais de seu próprio interesse e através deles construir seu próprio conhecimento?” Na análise de dados relacionadas com as construções dos projetos, envolvendo polígonos inscritos e circunscritos, percebemos que os estudantes compreenderam as propriedades dos polígonos regulares, aprenderam a inscrever e circunscrever polígonos e circunferências, resolveram equações envolvendo comprimento da circunferência, ângulos e medidas dos lados,

trabalharam com razão e proporção, etc. Enfim, eles aprenderam diversos conceitos geométricos através da programação para a construção dos projetos.

Os alunos externalizaram conhecimentos, ideias, suposições, gestos, registros orais e escritos através da resolução das situações relacionadas com a Geometria e a programação. Sistematizaram mecanismos de resolução, formando algoritmos, desenvolvendo o pensamento computacional. O uso do *Scratch* foi relevante como ferramenta para pensar, descobrir e testar seus teoremas em ação e seus conceitos em ação. Percebemos também que a programação possibilitou aos alunos o contato com outros conceitos matemáticos e não somente relacionados aos polígonos regulares.

Encaminhamento de futuras ações pedagógicas buscando relacionar o aprender Matemática com o *Scratch* poderão vincular alguns teoremas e algoritmos como o Teorema de Pitágoras dentro da programação, ao invés do aluno usar o papel para realizar cálculos que não são incorporados, como observado na experimentação. E em relação ao melhoramento da proposta didática, pode-se utilizar apenas a trilha *Frozen*, reduzir os desafios de Geometria com programação desplugada, trazendo mais desafios com o *Scratch*. Pois observa-se que com o *Scratch*, o estudante faz explorações que auxiliam na construção dos conceitos, faz com que o seu mundo matemático se amplie, pensando, descobrindo e testando através da programação.

Ao refletir sobre o momento atual pelo qual o ensino está passando, remoto e híbrido, pensa-se que as futuras ações pedagógicas podem ser aplicadas novamente com algumas adaptações, tais como explicações mais detalhadas e tutoriais. Devido ao ensino híbrido, com aulas síncronas, serem com alunos on-line e presenciais, as etapas devem acontecer de forma gradual com mais tempo de aula.

A proposta dessa pesquisa propõe que o software *Scratch* seja utilizado visando à construção de conceitos relacionados à Matemática, e em especial, na Geometria. Neste sentido, o trabalho desenvolvido nesta dissertação nos fez refletir sobre o ensino de Geometria nos Anos Finais. Quanto maior a diversidade de situações apresentadas, mais ampliadas serão suas observações, sua percepção sobre semelhanças e diferenças e a identificação de regularidades e o trabalho com a programação no espaço físico e no *Scratch* possibilitaram essas aprendizagens. Também nos fez refletir sobre nossas práticas enquanto professor e pesquisador; muitas vezes o professor é o orientador no processo, ou mesmo

aprendiz, compreendendo que a programação pode ser uma aliada para o desenvolvimento da aprendizagem da Matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, F. L.; RIBEIRO, P. E. J. Desenvolvimento do Pensamento Computacional com Valores da Ética Hacker. **Informática na Educação: teoria e prática**. Porto Alegre, v. 20, n. 2, maio, 2017.

AZEVEDO, G.T. **Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios**. 2017. 236 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade de Goiás, Goiânia, 2017.

BALLEJO, C. C. **Aprendizagem de conceitos de área e perímetro com o Geogebra no 6º ano do ensino fundamental**. 2015. 144 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o Ensino de Computação na Educação Básica. **Comp Thinking**. São Paulo, 2012.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos. **Porto Editora**, Lisboa, 1994.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. Pesquisa qualitativa em educação matemática. 5. ed. 144p. **Autêntica Editora**, Belo Horizonte, 2013.

BRANDT, N. **Programação nos anos iniciais: uma contribuição para a aprendizagem da matemática**. 2019, 116 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, p. 142, 1997.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, p. 468, 2017.

CAMARGO, I.; FOTUNATO, I. O *Scratch* como auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de linguagem de programação: um balanço da pós-graduação nacional entre 2010 e 2016. **RPGE – Revista online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 608-626. 2018.

DALLA V. R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

FERREIRA, W. C.; OLIVEIRA, C. A. O Scratch nas aulas de matemática: Caminhos possíveis no ensino das áreas de figuras planas. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 78-97. 2018.

FIOREZE, L. A. Utilização de Recursos Digitais e sua Integração na Atividade do Professor de Matemática para a Aprendizagem dos Conceitos de Proporcionalidade. **Brazilian Symposium on Computers in Education** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), v. 1, n. 1, 2009.

FIOREZE, L. A. **Atividades digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade: uma análise a partir da teoria dos Campos Conceituais**. 2010, p. 244. Tese (Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação) - Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GOMES, W. F.; LOUZADA, C. S.; NUNES, M. A. S. N. *et al.* Incentivando meninas do ensino médio à área de Ciência da Computação usando o *Scratch* como ferramenta. **3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. Aracaju, SE. 2014.

HAURBET, D. R. **Benefícios para o estudo de geometria plana com o compilador de programação Scratch**. 2018, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico) - Pós-Graduação Stricto Senso Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Santo Ângelo, 2018.

HOMEN, P. M. **Concepções de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sobre o ensino de Geometria: uma análise pós-construtivista**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Porto Alegre, 2013.

LEIVAS, José Carlos Pinto. Educação Geométrica: Reflexões sobre ensino e aprendizagem em geometria. **Educação Matemática em Revista**, Rio Grande do Sul, ano 13. n. 13. p. 9-16. 2012.

MAGINA, S. M. P. A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. **XVIII Encontro Regional de Professores de Matemática**, 2005.

MALTEMPI, M. V. Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas. In: **Congresso ibero-americano de educação matemática**, 2005, Porto. Anais Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/Publicacao/Maltempi-cibem.pdf>>. Acesso em: mai. 2019.

MALTEMPI, M.V. O Computador em Sala de Aula: Articulando Saberes. Internet. In: **F.M.P. Freire e M.E.B.B. Prado**, Campinas, UNICAMP/NIED. p. 229-263. 2000.

MOREIRA, M. A. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área**. Investigações em Ensino de Ciências. v. 7, p. 7-29, 2002.

MINAYO, M. C. S. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. **Forte**. Petrópolis, RJ. 2011.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. Tradução de Jose A. Valente, Beatriz Bitelman e Afira V. Ripper. Editora Brasiliense, São Paulo. 1985. 256 p.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 210 p.

PEREIRA, F. A. **Aprendizagem de tópicos de geometria em ambiente Logo: Uma proposta didática para os Anos Finais do Ensino Fundamental**. 2013. 125 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PEREIRA, J. P. O.; PEREIRA, J. O. O. O currículo e a aprendizagem: uma análise comparativa entre a BNCC e o PCN no eixo de números e operações dos anos finais do ensino fundamental. **V Conedu**, Congresso Nacional de Educação, Pernambuco. 2018.

PONTE, J. P. Gestão curricular em Matemática. **APM**, Lisboa, p. 11-34. 2005.

QUEIROZ, V. S. **Contribuições da linguagem Scratch para o ensino de geometria**. 2018. 150 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. São Paulo, 2018.

ROCHA, K. C. **Programação em Scratch na sala de aula de matemática: Investigação sobre a construção do conceito de ângulo**. 2017. 211 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SPOHR, C. B.; GARCIA, I. K.; SANTAROSA, M. C. P. Asserção de processos de ensino e aprendizagem como um campo conceitual. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 25, n.3, p. 138–152. 2020.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v.14, n.3, p. 864 – 897 jul./set. 2016.

VALENTE, J. A. O uso inteligente do computador na educação. **Artes Médicas Sul**, ano 1, n. 1, p.19-21, 1997.

_____. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. Manuscrito não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>>. Acesso em: nov. 2013.

VERGNAUD, G. O que é aprender? In: BITTAR, Marilena. MUNIZ, Cristiano Alberto. A aprendizagem Matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais. **Editora CRV**, p. 13-35. 2009.

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceptuais. In: BRUN, Jean. Didáctica das Matemáticas. **Lisboa: Instituto Piaget**. Horizontes Pedagógicos, p.155-191. 1996.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. **Seminário internacional de educação matemática do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, p. 1-26. 1993.

VICARI, R. M.; MOREIRA, A.; MENEZES, P. B. Pensamento Computacional. Revisão Bibliográfica. **Desenvolvido no âmbito do Projeto UFRGS/MEC**. Rio Grande do Sul, p. 1-192. 2018.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p.33–35, mar. 2006.

APÊNDICE A

Produto Didático - Programação na resolução de problemas envolvendo polígonos regulares por meio do *Scratch*.

O produto didático é formado por um conjunto de atividades e um tutorial do Scratch que apresenta a interface e alguns dos principais blocos de comando utilizados.

Aula 1 (3 horas-aula)

OBJETIVO

- Introdução à programação com o jogo *Frozen* que apresenta diferentes níveis, utilizando o site A hora do código: Programaê!.⁷

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Aparelhos eletrônicos com acesso à internet.

ATIVIDADE

Fazer a trilha *Frozen*⁸ sendo mais direcionada à construção de figuras planas, tais como quadrado, paralelogramo, círculo e fractal (denominada de floco de neve). A trilha é dividida em 20 etapas a serem cumpridas pelo participante, as programações são mais elaboradas, ensinando o aluno a usar o comando repetir n vezes, pular para frente e ângulos para as construções.

Durante a programação na trilha do *Frozen*, realizar perguntas em relação às percepções dos estudantes. Seguem as perguntas:

- 1) Para construir um quadrado no jogo *Frozen*, quais comandos e/ou blocos você usaria, tais como, repetir n vezes, andar para frente x passos, andar para trás x passos, virar y graus para direita e virar y graus para a esquerda? Descreva a construção e desenhe o quadrado.

⁷ Acesso link A hora do código: Programaê! <http://programae.org.br/hora-do-codigo/#:~:text=A%20Hora%20do%20C%C3%B3digo%20%C3%A9%20um%20movimento%20interacional%20liderado%20pela,programa%C3%A7%C3%A3o%20em%20apenas%20uma%20hora>

⁸Acesso Link à trilha Frozen: <https://studio.code.org/s/frozen/stage/1/puzzle/1>

- 2) Observe a situação do jogo na figura. A Ana acabou se enganando e não conseguiu completar o que estava sendo pedido, qual foi seu erro? Como você faria para consertar o erro? Monte os blocos corretamente.



Instruções

Vamos criar três quadrados, virando depois de cada quadrado. Lembre-se de virar 120 graus antes de cada novo quadrado.

Não é bem assim. Tente usar um bloco que você ainda não esteja usando.

Área de trabalho: 6 / 6 blocos

Recomeçar

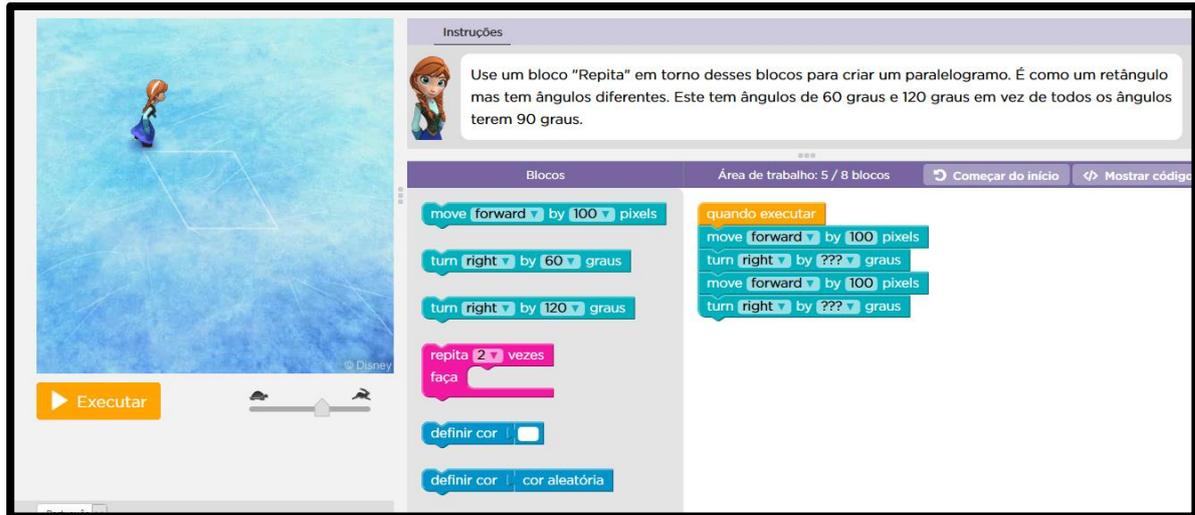
```

quando executar
  repita 3 vezes
    faça
      repita 4 vezes
        faça
          move forward by 100 pixels
          turn right by 90 graus
        turn right by 45 graus
  
```

- 3) A Elsa precisa construir 10 segmentos de retas. Qual o ângulo utilizado para que ela conclua a construção? Qual cálculo matemático você fez? Monte os blocos que desenharam essa situação.



- 4) Como você construiu o paralelogramo da Ana? Descreva utilizando os blocos.



- 5) Caso você fosse reproduzir o desenho a seguir de quatro paralelogramos com centro de rotação sobre o seu ponto de origem, quais comandos você utilizaria? Escreva todos os passos, tais como, repetir n vezes, andar para frente x passos, andar para trás x passos, virar y graus para direita e virar y graus para a esquerda.



- 6) Em relação à trilha *Frozen* você identifica a matemática utilizada na programação? Descreva a matemática utilizada na trilha.
- 7) O que você entendeu de programação e qual a relação com a matemática na sua aplicação?

SUGESTÃO DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Fazer as perguntas aos estudantes durante a aplicação da trilha e assistir o vídeo disponível no site A hora do código: Programê! com link citado acima que contém explicações da trilha, o que seria e para que serve a programação.

Aula 2 (2 horas-aula)

OBJETIVO

Relembrar alguns conceitos de Geometria, como rotação, translação, ângulos, unidades de medida, construção de figuras planas, e desenvolver habilidades de programação.

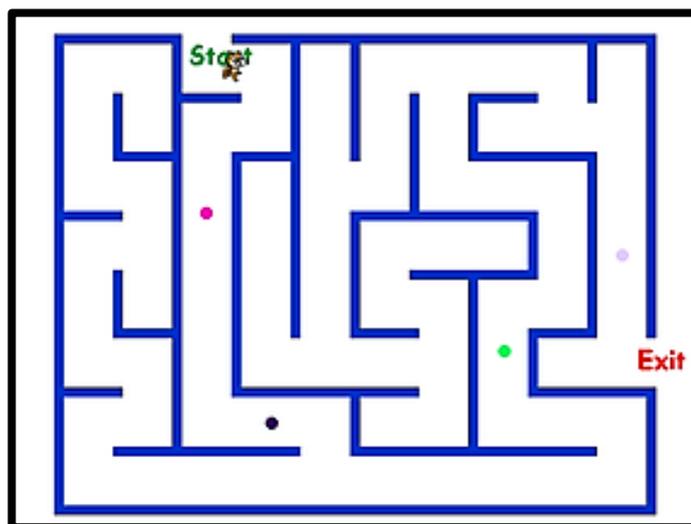
MATERIAIS NECESSÁRIOS

Lápis, borracha, régua e blocos físicos simulando os blocos do *Scratch*.

ATIVIDADE

Os alunos são divididos em grupos de quatro a cinco integrantes e convidados a resolver cinco desafios que envolvem lateralidade (direita, esquerda, sobe, desce), noção espacial, construção de figuras planas e programação no espaço físico.

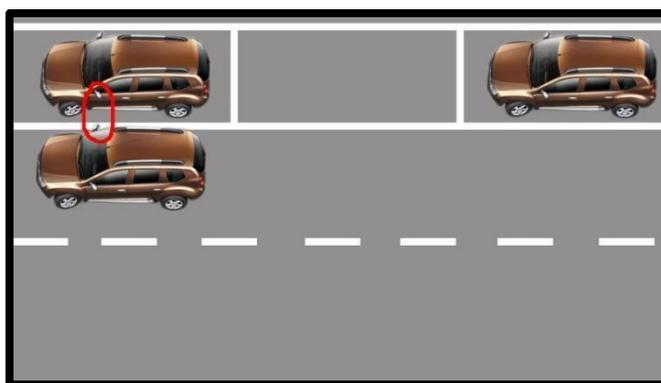
1º desafio – Fazer o Sprite completar o labirinto a seguir utilizando os seguintes comandos: “repetir n vezes”, “andar para frente x passos”, “andar para trás x passos”, “virar y graus para direita” e “virar y graus para a esquerda”.



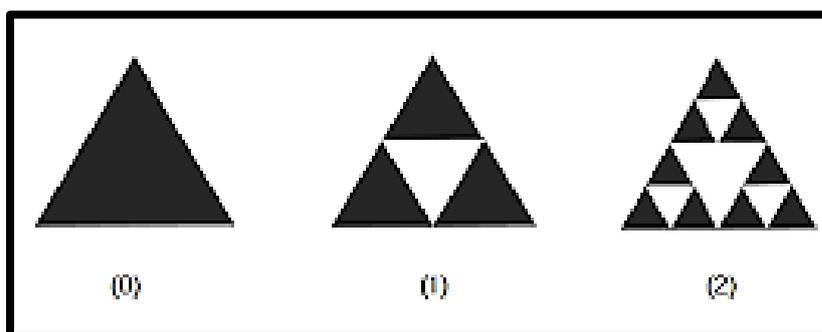
2º desafio – Construir um triângulo equilátero em forma de blocos físicos com os seguintes comandos: “repetir n vezes”, “andar para frente x passos”, “andar para trás

x passos”, “virar y graus para direita” e “virar y graus para a esquerda”. Utilizando a linguagem de programação os alunos construirão um triângulo equilátero.

3º desafio – O terceiro desafio envolve como fazer a baliza entre dois carros, conforme figura a seguir, utilizando conhecimentos matemáticos, tais como: quanto o carro deve percorrer para frente e para trás, qual ângulo deve usar para entrar com o carro, entre outros, descrevendo seus passos e cálculos. Dessa forma, os alunos deverão mobilizar conhecimentos de distância, deslocamento, ângulo e espaço.



4º desafio – O quarto desafio consiste na construção das primeiras iterações do triângulo de Sierpinski. Este desafio serve como uma pequena amostra de um fractal, para que o aluno possa observar e analisar o padrão de construção e futuramente ajudar a desenvolver o que se aproxima de um fractal no *Scratch*. Os estudantes, além de analisar seu padrão, devem desenhar a próxima iteração. Segue figura utilizada.



5º desafio – Utilizando os seguintes comandos de programação: repetir n vezes, andar para frente x passos, andar para trás x passos, virar y graus para direita e virar y graus para a esquerda, os estudantes constroem a segunda figura do 4º desafio, sem o sombreado.

SUGESTÃO DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Acompanhar e questionar os grupos, pedir registros dos desafios e retomar as construções com a apresentação dos grupos.

Aula 3 (2 horas-aula)

TUTORIAL DO *SCRATCH*

Apresentação do *Scratch* e suas funcionalidades: site, login, salvar o projeto, mostrar o palco, blocos e área de comandos, personagens, sons e exploração do modo geral do software. Demonstração de alguns comandos como andar para frente, virar para a direita, repetições, construção de quadrado, rotação de figuras planas, entre outros. Segue vídeo tutorial demonstrando as principais funcionalidades citadas anteriormente.

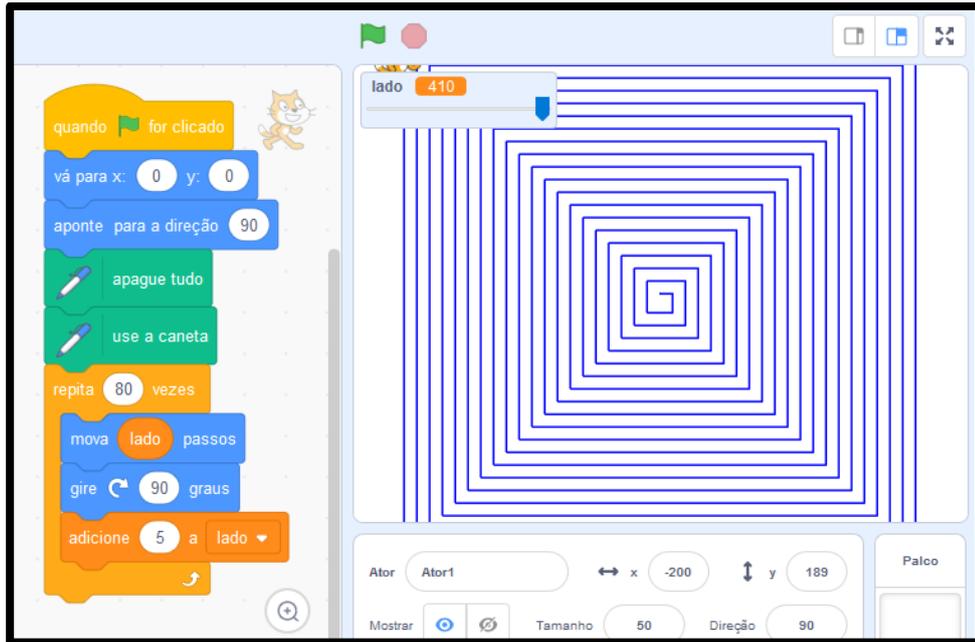
<https://www.loom.com/share/8e47babc872843e5ac51ec1a7b456f35>

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Aparelhos eletrônicos com acesso à internet.

ATIVIDADE

Solicitar aos estudantes a construção de um retângulo ou um paralelogramo, e a construção de um triângulo qualquer e formular uma expressão algébrica que calcule sua área no *Scratch* com todos os cálculos sendo feitos no próprio software. Construir uma espiral definindo uma variável “lado” e o controle deslizante com mínimo 10 e máximo 100 criando os lados da espiral. Ao usar o comando “adicione 5 ao lado” e colocá-lo após a primeira programação e usar o comando da repetição, temos a espiral construída com uma programação. Segue a figura com a programação e a imagem construídas.



Aula 4 (2 horas-aula)

Objetivo

Construir polígonos regulares no *Scratch* relacionando lados, ângulos internos e externos através da programação.

Materiais necessários

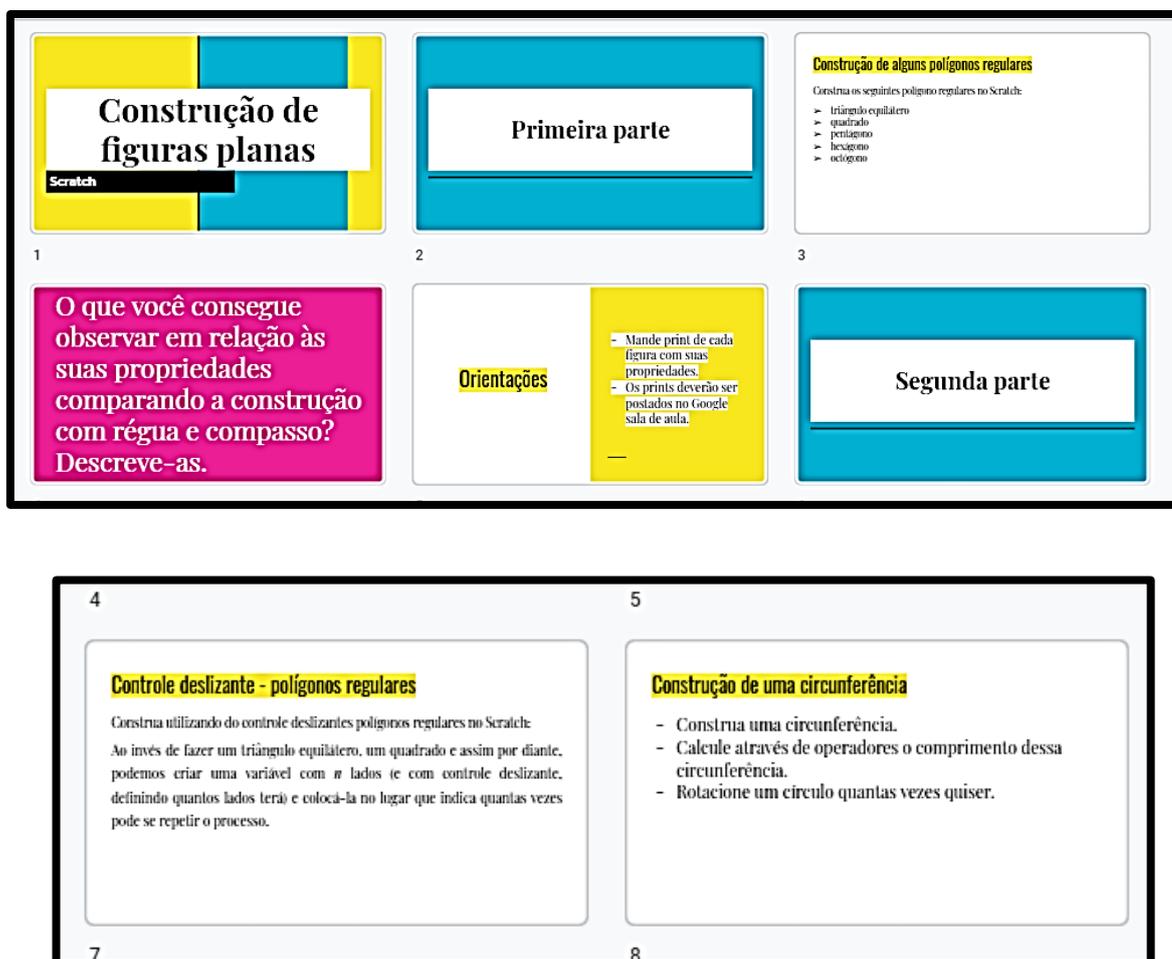
Aparelhos eletrônicos com acesso à internet.

ATIVIDADE

Solicitar aos estudantes a construção de um triângulo equilátero, um quadrado, um pentágono, um hexágono e um octógono, bem como a descrição de suas propriedades. Após a construção dos polígonos regulares, solicitar a criação de um controle deslizante para a construção de todas as figuras anteriores. E por último a construção de um polígono com muitos lados de medidas pequenas que se aproxima de uma circunferência, bem como o cálculo de seu perímetro através de operadores e a rotação de x circunferências sobre seu centro de rotação.

SUGESTÃO DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Utilizar em forma de tarefa no formato do Google Apresentações no Google Sala de Aula, e os registros desta atividade serem entregues através de prints e fotos entregues através de Google Apresentações, no Google Sala de Aula. Seguem os slides das atividades solicitadas nas figuras:



Aula 5 (2 horas-aula)

OBJETIVO

Os estudantes devem escolher um polígono, fazer sua construção com régua e compasso no tamanho máximo de uma folha A3, inscrever uma circunferência ou no próprio polígono de sua escolha para desenhar o próximo, formando construções

de figuras planas que diminuam de tamanho proporcionalmente com sensação de infinito.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

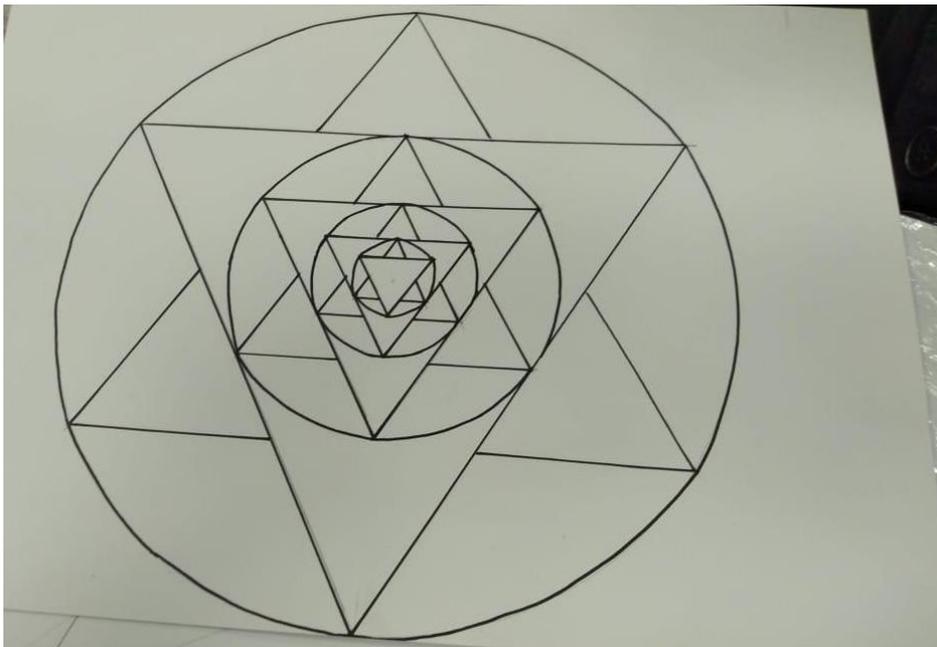
Folha A3, compasso, régua, lápis de cor ou giz de cera.

ATIVIDADE

Em conjunto com a professora de Artes, os estudantes, separados em trios, devem pensar em um projeto que envolva polígonos inscritos e circunscritos desenhando numa folha A3. Segue proposta feita aos alunos:

- Trace o polígono escolhido no maior tamanho possível na folha A3;
- Crie uma construção com polígonos regulares a partir da reprodução do polígono, um dentro do outro, diminuindo de tamanho proporcionalmente, utilizando circunferência ou não para fazer o polígono inscrito.
- Use apenas lápis de cor para pintar e contornar.

Segue foto como exemplo do que foi solicitado aos alunos.



Aula 6 (4 horas-aula)

OBJETIVO

Construção do desenho realizado com régua e compasso na folha A3, ou outro de sua escolha, agora no *Scratch*.

ATIVIDADE

As orientações fizeram parte da terceira parte e os registros desta atividade são iguais aos da 4^o aula. Segue figura com as orientações.

Terceira parte

Mosaico (semi-fractal)

Construa um semi-fractal, ou seja, um mosaico de profundidade constituído de figuras planas a sua escolha. Pode ser o mesmo do trabalho de Artes ou com outras figuras. A seguir fotos de possíveis exemplos:

10

11

12

APÊNDICE B

Porto Alegre, 01 de novembro de 2019.

Prezada XXXXXXX

Coordenadora do Anos Finais do Colégio Farroupilha

Ao cumprimentá-la, venho solicitar sua permissão para que a Professora Greice Borges Quequi, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possa realizar atividade relacionada com a coleta de dados para a pesquisa intitulada Programação na resolução de situações envolvendo polígonos regulares por meio do *Scratch*: uma experiência com o nono ano do ensino fundamental desenvolvida pela professora-pesquisadora, sob minha orientação.

A participação dos estudantes nesse estudo tem como finalidade contribuir para atingir os objetivos estritamente acadêmicos da pesquisa, que, em linhas gerais, são:

- Compreender o processo de construção de conceitos envolvendo polígonos regulares a partir da programação no software Scratch, utilizando a Teoria dos Campos Conceituais.

- Aplicar a proposta didática para os alunos do nono ano do Ensino Fundamental e investigar os aspectos declarativos externalizados quando resolvem as situações.

- Elaborar um material didático considerando os objetivos específicos anteriores.

Com a realização de atividades na Escola a professora-pesquisadora utilizará as produções dos alunos para analisar o percurso da construção dos conceitos de geometria com a programação bem como o uso de imagens fotográficas ou vídeos.

No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação dos estudantes, solicitamos sua autorização para que possam ser utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários, etc, sem a identificação dos alunos. Por oportuno, informamos que os pais ou responsáveis receberão documento de igual teor, no qual poderão manifestar sua concordância na participação dos estudantes nesse estudo.

Desde já agradeço e me coloco à sua disposição para quaisquer esclarecimentos. A professora pesquisadora responsável por esta pesquisa é a Profa. Dra. Leandra Anversa Fioreze do Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da UFRGS e poderá ser contatada pelo e-mail leandra.fioreze@gmail.com.

Agradecemos a sua atenção.

Cordialmente,

Leandra Anversa Fioreze
Professor do PPGEMat

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada: Programação na resolução de situações envolvendo polígonos regulares por meio do *Scratch*: uma experiência com nono ano do ensino fundamental, desenvolvida pela pesquisadora Greice Borges Quequi. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Leandra Anversa Fioreze, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, pelo e-mail leandra.fioreze@gmail.com.

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

- Compreender o processo de construção de conceitos envolvendo polígonos regulares a partir da programação no software *Scratch*, utilizando a Teoria dos Campos Conceituais.

- Aplicar a proposta didática para os alunos do nono ano do Ensino Fundamental e investigar os aspectos declarativos externalizados quando resolvem as situações.

- Elaborar um material didático considerando os objetivos específicos anteriores.

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

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de escritas, resoluções, etc, bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários, etc, sem identificação. Esses

dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação. Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola.

A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato do aluno. Além disso, asseguramos que o estudante poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação. Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional.

A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado. Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o(a) pesquisador(a) responsável pelo telefone: XXXXXXXXXXXX ou e-mail: greice.bquequi@gmail.com. Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e email etica@propesq.ufrgs.br. Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos. *

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa: