

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
**Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação**  
Doutorado em Informática na Educação

Kátia Coelho da Rocha

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA:  
pensar-com abstrações reflexionantes**

Porto Alegre

2023

Kátia Coelho da Rocha

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA:**  
pensar-com abstrações reflexionantes

Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de doutora em Informática na Educação pelo Programa de Pós-graduação em Informática na Educação do Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Porto Alegre

2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Rocha, Kátia Coelho da  
PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA PROFESSORES DE  
MATEMÁTICA: pensar-com abstrações reflexionantes /  
Kátia Coelho da Rocha. -- 2023.  
258 f.  
Orientador: Marcus Vinicius de Azevedo Basso.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em  
Novas Tecnologias na Educação, Programa de  
Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto  
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Abstração Reflexionante. 2.  
Objetos-de-pensar-com. 3. Pensamento Computacional. 4.  
Pensamento por procedimentos. 5. Formação de  
Professores de Matemática. I. Basso, Marcus Vinicius  
de Azevedo, orient. II. Título.

Kátia Coelho da Rocha

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA:**

pensar-com abstrações reflexionantes

Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de doutora em Informática na Educação pelo Programa de Pós-graduação em Informática na Educação do Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

**Aprovada em:**Porto Alegre,13 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso - Orientador  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Aline Silva de Bona  
Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Osório - IFRS

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Crediné Silva de Menezes  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Vandoir Stormovski  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso, pelas longas conversas que me desacomodaram e me permitiram novas inquietações como pesquisadora, professora e aluna. Sua dedicação e paciência foram fundamentais para a construção dessa tese e para o meu amadurecimento profissional e pessoal.

À minha família, que a cada dia me incentivava e entendia meus momentos de distanciamento. Pai e mãe, vocês são responsáveis por cada passo dessa caminhada, por valorizarem, desde sempre, cada uma das minhas conquistas.

Ao Léo, pelos cafés, por cada abraço carregado de cuidado e acolhimento, me ajudando a enxergar o lado positivo dos desafios que surgiram.

À Mariza, por chegar durante esse processo de doutoramento para me ensinar a apreciar cada momento de uma nova descoberta com doçura e alegria. Obrigada pelos bilhetinhos deixados na minha mesa e no meio das minhas anotações.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação e todos aqueles que passaram pela minha trajetória estudantil, por qualificarem a minha prática docente e meu espírito investigador.

Aos amigos e colegas de trabalho do NTM, Daiany, Maria Eloisa, Lisiani, Paula e Andrea, pelo incentivo constante, por acompanharem e comemorarem comigo cada etapa dessa jornada, auxiliando na viabilização do experimento final e nas minhas reflexões.

Às amigas, Márcia Daiane, Iára, Cristina, Larissa, pelas mensagens de apoio, pelo compartilhamento de ideias e por acreditarem no meu potencial.

Aos professores que participaram do experimento piloto e do experimento final, que gentilmente dedicaram parte do seu tempo para participar da formação, compartilhar suas angústias e perspectivas. Obrigada pela disposição em aprender, por participar ativamente dessa proposta e me proporcionar novas reflexões.

## PRÓLOGO

A tese, para mim, é o resultado de uma série de experiências e aprofundamento teórico no decorrer da minha trajetória como aluna e professora. E, nesse momento, essa caminhada me permitiu refletir sobre o processo de inclusão da tecnologia e do Pensamento Computacional no ensino.

Durante a minha trajetória de estudante do ensino fundamental e magistério não tive a oportunidade de ter contato com o computador em sala de aula. Ao ingressar na Licenciatura em Matemática, inicialmente, ele era mais um recurso para fazer trabalhos e entregar relatórios. Ao final do curso, tive a oportunidade de ser aluna de duas professoras que me proporcionaram um novo olhar para as possibilidades da tecnologia, com práticas que me permitiram usá-la como um objeto-de-pensar-com para aprender matemática, criando releituras de obras de arte e observando gráficos. A partir dessas vivências, surgiu o desejo de estudar e promover aos meus futuros alunos experiências significativas com o uso da tecnologia, motivando a minha primeira pesquisa sobre possibilidades de uso da geometria dinâmica com o *software* Régua e Compasso.

A partir dessa primeira experiência recebi o convite, na escola em que lecionava, para atuar no Espaço Virtual de Aprendizagem e Multimídia (EVAM) que seria implementado. Estar nesse espaço me fez buscar por formações na área que ampliaram minha visão de potencialidades da tecnologia nos processos de aprendizagem.

Concomitante com esse período tive a oportunidade de atuar como professora de matemática em uma escola em que o laboratório de informática não estava sempre disponível, mas que em alguns momentos pude proporcionar aos estudantes alguma vivência com tecnologia. Apesar disso, experiências que tinham como fonte elementos que hoje são ditos pertencentes ao Pensamento Computacional já eram explorados na minha prática, acreditando na necessidade de proporcionar aos estudantes atividades diversas em que pudessem experienciar, testar e criar.

No início de 2011 fui convidada a integrar a equipe de formadores do Núcleo de Tecnologia Municipal (NTM) da rede municipal, espaço que atuo até hoje, realizando formações para professores na área de tecnologia. Esse espaço me proporciona diferentes desafios diante dos avanços tecnológicos e na sua inclusão na

formação de professores, a fim de que possam pensar a prática pedagógica com a tecnologia.

Em 2014, quando integrei a equipe de tutores do curso de especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática surgiu o desejo de aprofundar meus estudos e minha relação com a pesquisa em ensino de matemática e tecnologia, me levando a ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, do Instituto de Matemática e Estatística da UFRGS. Durante esse período fui conhecendo o Scratch e investiguei como ele poderia auxiliar estudantes na construção do conceito de ângulo.

Durante a pesquisa que gerou a dissertação de mestrado me deparei com diversos estudos que traziam a importância da programação no ensino e a disseminação do Pensamento Computacional. Inquietações surgiam ao identificar que esses estudos priorizavam o ato de programar com pouca ou nenhuma discussão sobre sua relação com processos de construção do conhecimento matemático. Nesse contexto, concluí o mestrado e ingressei no programa de doutorado, tendo como foco esse olhar para a construção de conceitos com a tecnologia.

O processo de definição dessa tese foi longo, passou por diversas pesquisas sobre Pensamento Computacional na tentativa de encontrar estudos que olhassem para além da computação. Com base nas discussões sobre a importância da inserção da computação no ensino e do destaque dado à abstração surgiu a necessidade de encontrar conexões dessa com a abstração no sentido piagetiano, a partir deste ponto os objetos-de-pensar-com, atribuídos por Papert, passaram a ser significativos na minha trajetória de investigação.

Assim, surgiu essa tese, no desejo de contribuir com a discussão atual sobre Pensamento Computacional, tentando resgatar o que desde a década de sessenta Papert nos mostra sobre a inclusão da computação no ensino e sobre pensar como um cientista da computação. Esse pensamento que, na minha visão, envolve um pensamento investigador, em que a computação amplia o poder de resolução dos problemas, permitindo ao sujeito atingir níveis cada vez mais elevados de abstração.

## RESUMO

A definição de Pensamento Computacional é um conceito em construção. Diversos autores definem o conceito sob diferentes perspectivas, o que resulta em práticas mais voltadas à programação, à resolução de problemas, ou centradas em outros conceitos da Ciência da Computação. A partir dessa variedade de definições e práticas, esta tese visou identificar as contribuições do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas investigativos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática. A concepção de abstração reflexionante de Piaget, juntamente com as ideias construcionistas de Papert formaram o aporte teórico da análise dos dados, com foco nas possíveis abstrações reflexionantes que emergiram durante as atividades. Os dados foram produzidos em dois momentos, o primeiro como um experimento piloto de testagem do material e o segundo, o experimento final, como foco principal da análise. O experimento final foi realizado com cinco professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental que participaram de uma formação composta por encontros online individuais com a pesquisadora e um encontro final coletivo para o compartilhamento de projetos. A cada encontro individual os participantes eram desafiados com problemas investigativos que eram resolvidos com o auxílio da construção de algoritmos desplugados e/ou no *software* Scratch. Durante a realização da formação a pesquisadora acompanhou as percepções dos participantes através da aplicação do método clínico de Piaget. Diante dos dados produzidos identificou-se que, mesmo em sujeitos com patamares mais elevados de abstrações matemáticas, elementos do Pensamento Computacional podem servir como objetos-de-pensar-com na resolução de problemas investigativos, contribuindo para novos processos de abstração reflexionante sobre conceitos matemáticos e/ou computacionais, e sobre a prática docente.

**Palavras-chave:** Abstração Reflexionante. Objetos-de-pensar-com. Pensamento Computacional. Pensamento por Procedimentos. Formação de Professores de Matemática.

## ABSTRACT

The definition of Computational Thinking is a concept under construction. Several authors define the concept from different perspectives, which results in practices more focused on programming, problem solving, or centered on other concepts of Computer Science. From this variety of definitions and practices, this thesis aimed to identify the contributions of the Computational Thinking, from the resolution of investigative problems, to promote reflective abstraction processes in Mathematics teachers. Piaget's conception of reflective abstraction, together with Papert's constructionist ideas, formed the theoretical framework for data analysis, focusing on possible reflective abstractions that emerged during the activities. Data were produced in two moments, the first as a pilot experiment to test the material and the second, the final experiment, as the main focus of the analysis. The final experiment was carried out with five mathematics teachers from the final years of elementary school who participated in training consisting of individual online meetings with the researcher and a final collective meeting to share projects. At each individual meeting, participants were challenged with investigative problems that were solved with the aid of unplugged algorithms and/or Scratch software. During the training, the researcher monitored the participants' perceptions through the application of Piaget's clinical method. In view of the data produced, it was identified that, even in subjects with higher levels of mathematical abstractions, elements of Computational Thinking can serve as objects-to-think-with in the resolution of investigative problems, contributing to new processes of reflective abstraction about mathematical and/or computational, and on teaching practice.

**Keywords:** Reflecting Abstraction. Objects-to-think-with. Computational Thinking, Procedural Thinking. Mathematics Teacher Education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pensamento Matemático e Pensamento Computacional .....	30
Figura 2: El Toro - Pablo Picasso.....	33
Figura 3: Calendário.....	34
Figura 4: Estrutura abstrata e generalização da mágica do calendário.....	35
Figura 5: Pontes de Königsberg .....	38
Figura 6: Grafo e matriz de adjacência .....	38
Figura 7: Tela inicial do Scratch .....	44
Figura 8: Bloco de movimento.....	45
Figura 9: Parte do código do quadrado.....	46
Figura 10: Interface Super Logo 3.0.....	49
Figura 11: Etapas da Revisão Sistemática.....	87
Figura 12: Interface do Scratch com suas áreas principais.....	102
Figura 13: Programação paralela.....	103
Figura 14: Algoritmo do dia a dia.....	106
Figura 15: Calendário.....	108
Figura 16: Comando da mágica do calendário com explicações .....	109
Figura 17: Cartões Binários.....	110
Figura 18: Programa para ser adaptado .....	111
Figura 19: Programa do ator seta.....	112
Figura 20: Investigando Movimentos.....	113
Figura 21: Blocos de movimento absoluto e relativo .....	114
Figura 22: Explorando o bloco aponte para a direção.....	115
Figura 23: Padrões geométricos .....	117
Figura 24: Algoritmo da Mágica do Calendário – professora Katherine .....	124
Figura 25: Algoritmo da Mágica do Calendário – professora Dorothy.....	125
Figura 26: Registros iniciais de Dorothy.....	126
Figura 27:Fórmula geral de Dorothy.....	127
Figura 28: Investigação de Katherine.....	130
Figura 29: Registros iniciais de Katherine .....	132
Figura 30: Registros de Dorothy.....	133
Figura 31: Registro das somas de Dorothy .....	134
Figura 32: Decomposição dos números de Dorothy .....	135

Figura 33: Observações de Katherine sobre a carta1 .....	140
Figura 34: Organização do algoritmo Charles x Grace x Ada .....	150
Figura 35: Algoritmo – professor Charles .....	153
Figura 36: Processo de generalização - professora Ada .....	154
Figura 37: Código do professor Charles .....	155
Figura 38: Código adaptado da professora Annie .....	159
Figura 39: Programa mágica dos cartões .....	163
Figura 40: Registros da professora Grace .....	164
Figura 41: Bloco soma – professora Ada .....	166
Figura 42: Repetição do bloco mova – professora Annie .....	167
Figura 43: Código Investigando Movimentos – professor Charles .....	168
Figura 44: Observações de Mary .....	169
Figura 45: Movimento dos blocos mude x e mude y – professora Grace .....	171
Figura 46: Convenção do bloco “aponte para a direção” .....	173
Figura 47: Posição inicial dos atores - “aponte para 90°” .....	174
Figura 48: Posição dos atores após a execução do bloco “aponte para 180°” .....	174
Figura 49: Bloco aponte para a direção .....	175
Figura 50: Conjunto de códigos de início – professoras Mary e Ada .....	176
Figura 51: Código do quadrado dos professores Mary, Charles e Ada .....	177
Figura 52: Código do triângulo equilátero das professoras Mary e Grace .....	180
Figura 53: Construção da professora Mary para o polígono regular .....	183
Figura 54: Subprocedimento do polígono regular – professora Annie .....	184
Figura 55: Ideias iniciais de Ada antes da construção .....	186
Figura 56: Comando inicial do padrão – professora Ada .....	187
Figura 57: Padrão da professora Ada e seu código .....	188
Figura 58: Projeto final – professora Ada .....	190
Figura 59: Ideias iniciais de Annie antes da construção .....	191
Figura 60: Testes iniciais .....	192
Figura 61: Comando inicial do padrão – professora Annie .....	193
Figura 62: Deslocamento do padrão – professora Annie .....	194
Figura 63: Estrutura do código final da professora Annie – parte 1 .....	195
Figura 64: Estrutura do código final da professora Annie – parte 2 .....	196
Figura 65: Construção inicial – professor Charles .....	198
Figura 66: Código com perguntas repetidas – professor Charles .....	200

Figura 67: Projeto final – professor Charles .....	201
Figura 68: Ideias iniciais de Grace antes da construção .....	203
Figura 69: Teste inicial do comando – professora Grace .....	203
Figura 70: Testagem de posição – professora Grace .....	205
Figura 71: Projeto final - professora Grace.....	206
Figura 72: Ideias iniciais de Mary antes da construção .....	207
Figura 73: Teste inicial do padrão – professora Mary .....	208
Figura 74: Testagem de montagem – professora Mary.....	209
Figura 75: Projeto final – professora Mary .....	210
Figura 76: Diferenças entre os comandos de movimento relativo .....	220
Figura 77: Gerando palíndromos.....	240

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dimensões de uso da tecnologia – UNIPAMPA - Bagé .....	66
Quadro 2: Dimensões de uso da tecnologia – UNIPAMPA - Itaqui .....	70
Quadro 3: Dimensões de uso da tecnologia – UFPel.....	73
Quadro 4: Dimensões de uso da tecnologia – FURG .....	76
Quadro 5: Dimensões de uso da tecnologia – UFRGS .....	80
Quadro 6: Dimensões de uso da tecnologia – UFSM .....	82
Quadro 7: <i>String</i> de busca .....	86
Quadro 8: Base de Dados Pesquisadas x Artigos Selecionados .....	88
Quadro 9: Resumo das atividades da formação .....	118
Quadro 10: Programa do calendário com bug.....	129
Quadro 11: Observações de Dorothy do código copiado.....	141

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNCC-EM	Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio
BNC-Formação	Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica
BNC-Formação Continuada	Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica
CAI	Computer-Aided Instruction
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
CSTA	American Computer Science Teachers Association
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GPS	Global Positioning System
ISTE	International Society for Technology in Education
LEC	Laboratório de Estudos Cognitivos
MEC	Ministério da Educação
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTM	Núcleo de Tecnologia Educacional Municipal
PEC	Programas Educacionais por Computador
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
RENOTE	Revista Novas Tecnologias na Educação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
STEAM	Science, Technology, Engineering, Mathematics and Arts
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA, OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS .	7
1.2 ESTRUTURA DA TESE .....	8
<b>2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL</b> .....	<b>10</b>
2.1 AS ORIGENS DA COMPUTAÇÃO QUE INFLUENCIARAM O PENSAMENTO COMPUTACIONAL .....	10
2.2 DEFINIÇÕES MAIS ATUAIS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	12
2.3 ARTICULAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES DEFINIÇÕES.....	27
<b>3 ABSTRAÇÃO</b> .....	<b>33</b>
3.1 ABSTRAÇÃO: IDEIAS SOBRE UMA DEFINIÇÃO GERAL.....	33
3.2 ABSTRAÇÃO NO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	36
3.3 ABSTRAÇÃO NA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET.....	41
3.4 OBJETOS-DE-PENSAR-COM COMO UM SUPORTE À ABSTRAÇÃO.....	49
<b>4 PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO UM OBJETO-DE-PENSAR-COM NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES</b> .....	<b>54</b>
4.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) .....	56
4.2 A BASE NACIONAL COMUM PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	59
4.3 A BASE NACIONAL COMUM PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	61
4.4 PROJETO PEDAGÓGICO DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DO RIO GRANDE DO SUL .....	63
<b>4.4.1 Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)</b> .....	<b>64</b>
<b>4.4.2 Universidade Federal de Pelotas (UFPel)</b> .....	<b>71</b>
<b>4.4.3 Universidade Federal do Rio Grande (FURG)</b> .....	<b>75</b>
<b>4.4.4 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)</b> .....	<b>78</b>
<b>4.4.5 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)</b> .....	<b>81</b>
<b>5 ESTADO DO CONHECIMENTO</b> .....	<b>85</b>
<b>6 METODOLOGIA</b> .....	<b>97</b>
6.1 PARTICIPANTES.....	98
6.2 MÉTODO CLÍNICO .....	98

6.3 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM ESCOLHIDO .....	100
6.4 FERRAMENTA PARA ENCONTROS VIRTUAIS.....	100
6.5 SCRATCH.....	101
6.6 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES .....	103
<b>7 RESULTADOS PRELIMINARES.....</b>	<b>120</b>
7.1 PARTICIPANTES.....	121
7.2 ANÁLISE DE DADOS – EXPERIMENTO PILOTO .....	122
<b>7.2.1 Atividade Mágica do Calendário: compreensão e escrita do algoritmo..</b>	<b>123</b>
<b>7.2.2 Atividade Mágica do Calendário: reprodução no Scratch .....</b>	<b>128</b>
<b>7.2.3 Atividade Mágica dos cartões Binários – Compreendendo o problema .</b>	<b>131</b>
<b>7.2.4 Atividade Mágica dos cartões Binários – Explorando o programa .....</b>	<b>135</b>
<b>7.2.5 Atividade Mágica dos cartões Binários – Adaptando o programa .....</b>	<b>138</b>
<b>8 ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTO FINAL .....</b>	<b>145</b>
8.1 PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO FINAL .....	146
8.2 ATIVIDADE: EXPLORANDO UM ALGORITMO.....	150
8.3 ATIVIDADE: MÁGICA DO CALENDÁRIO.....	152
8.4 ATIVIDADE MÁGICA COM CARTÕES BINÁRIOS.....	161
8.5 ATIVIDADE INVESTIGANDO MOVIMENTOS – PARTE I .....	166
8.6 ATIVIDADE INVESTIGANDO MOVIMENTOS – PARTE II .....	172
8.7 ATIVIDADE DESENHANDO COM O SCRATCH.....	175
<b>8.7.1 Quadrado .....</b>	<b>176</b>
<b>8.7.2 Triângulo Equilátero.....</b>	<b>179</b>
<b>8.7.3 Polígono Regular.....</b>	<b>181</b>
8.8 ATIVIDADE PROJETO PESSOAL.....	185
<b>8.8.1 Ladrilho – Professora Ada.....</b>	<b>186</b>
<b>8.8.2 Catavento – Professora Annie .....</b>	<b>191</b>
<b>8.8.3 Crie o seu padrão – Professor Charles .....</b>	<b>198</b>
<b>8.8.4 Quadrado dentro do quadrado – Professora Grace.....</b>	<b>202</b>
<b>8.8.5 Ampulheta – Professora Mary.....</b>	<b>207</b>
8.9 ENCONTRO COLETIVO.....	212
<b>9 RESULTADOS.....</b>	<b>215</b>
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>225</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>227</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>236</b>

<b>APÊNDICE B - SUGESTÕES DE ATIVIDADES QUE EXPLORAM CONCEITOS MATEMÁTICOS E HABILIDADES DA COMPUTAÇÃO.....</b>	<b>238</b>
<b>APÊNDICE C - PUBLICAÇÕES E ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TESE .....</b>	<b>241</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O computador passou a ocupar os espaços escolares na década de 60 com o sistema CAI<sup>1</sup> (*Computer-Aided Instruction*, no Brasil chamado de PEC - Programas Educacionais por Computador), em que a máquina programava o estudante. Esses programas usavam o computador como uma fonte de conjuntos de fichas de memorização, um modelo de instrução programada, que utilizava a ideia de mecanização repetitiva (PAPERT, [1993], 2008). Nesse caso, o estudante era programado pelo computador, já que ele não usava o computador para pensar, apenas para reproduzir o esperado e memorizar fatos. Ao mesmo tempo via-se a inserção da linguagem BASIC, uma linguagem de programação com uma visão oposta, em que o estudante programava a máquina<sup>2</sup>, “[...]tornando-a uma ferramenta que auxilia a aprendizagem” (PAPERT, [1993], 2008, p.154).

Apesar desses dois modelos apresentarem uma concepção contraditória de uso do computador, compartilhavam de uma mesma concepção de aprendizagem: a aprendizagem como algo a ser adquirido, reforçando os moldes de uma escola que tem como foco ensinar um conjunto de habilidades. Em contrapartida a esses movimentos, Papert com seu grupo de estudos no Massachusetts Institute of Technology (MIT), criou a linguagem LOGO, uma linguagem de programação, com o propósito de ser mais simples, adequada para crianças e, principalmente, que tornasse o computador um objeto-de-pensar-com, apoiando diferentes formas de pensar e aprender dos sujeitos (PAPERT, 1985, [1993], 2008). Ao trazer o LOGO para a escola, Papert propõe a transferência de foco do computador, e da escola que ensina, para o estudante que usa o computador como um instrumento de trabalho e pensamento para realizar projetos significativos, tornando-o uma “[...]fonte de conceitos para pensar novas ideias” (PAPERT, [1993], 2008, p.158).

O surgimento de novas tecnologias, cada vez mais potentes e atraentes, foram substituindo a programação por *softwares* específicos para a educação, jogos destinados ao ensino e acesso à internet com todos os seus recursos. Nem todas essas práticas estão diretamente relacionadas ao uso do computador como um meio

---

<sup>1</sup> São exemplos de CAI: tutoriais, programas de demonstração, exercício-e-prática, simulação, jogos educacionais (VALENTE, 1993).

<sup>2</sup> Programar a máquina consiste em criar um programa, ou seja, criar um conjunto de instruções que dizem o que o a máquina deve fazer. Existem diferentes linguagens baseadas em texto como BASIC, LOGO, Python e visuais como o Scratch, Snap! entre outras (MARJI, 2014).

para a aprendizagem conforme proposto por Papert, há movimentos que utilizam a computação como um fim, destacando a necessidade de capacitar os sujeitos para o mercado de trabalho. O fato é que todos esses movimentos enfatizam a importância da tecnologia nos espaços escolares (RAABE; ZORZO; BLIKSTEIN, 2020).

Em março de 2020 a pandemia Covid-19 provocou o isolamento social e fez com que a escola encontrasse formas de tentar se aproximar dos seus estudantes. A tecnologia mostrou ter inúmeras soluções: aplicativos de mensagens, redes sociais, ferramentas de comunicação *online*, plataformas virtuais de ensino, sites, aplicativos para celular, entre outras. Essas foram algumas das ferramentas que proporcionaram a estudantes, professores e famílias o acesso à escola, contribuindo para reforçar a visão de que a tecnologia pode estar presente nos ambientes escolares e que sozinha não é suficiente para garantir a aprendizagem.

Aliado a isso há documentos oficiais, que são fontes de referência para os currículos escolares, aproximando as tecnologias digitais e em especial a computação do ensino. Empresas da área da computação fortalecem esse quadro declarando que futuramente haverá falta de profissionais capacitados na área, portanto, sua articulação com o ensino é urgente. Essa tendência de incentivar a computação no ensino em todos os níveis está expressa, principalmente, no uso do termo Pensamento Computacional. O termo não é novo, tem circulado no meio computacional desde os anos 60, mas ganhou destaque mundial com a publicação de um artigo por Jeannette Wing em 2006. A partir do artigo de Wing pesquisas no mundo inteiro passaram a trazer a importância do desenvolvimento do pensamento de um cientista da computação para todos, independentemente de sua área de atuação (WING, 2006).

Pensar como um cientista da computação, de acordo com Wing (2006; 2014), está além do ato de programar, envolve pensar em vários níveis de abstração. As definições de Wing sobre o termo deixam pontos em aberto, que recebe críticas de vários estudos (DENNING, 2017) e por isso estimulou que outras definições complementares fossem criadas. Denning (2017), Li et al (2020), Grover e Pea (2013) afirmam que a variedade de definições, a imprecisão sobre o que é Pensamento Computacional, como desenvolvê-lo e a falta de uma análise mais detalhada sobre seus possíveis efeitos levam a diversos tipos de práticas que fazem uso desse termo como referência. Muitas dessas práticas estão engajadas em ensinar ou inserir computação no dia a dia, trazendo o ato de programar como chave do processo ou

ainda, propondo escritas de procedimentos sem analisar o desenvolvimento cognitivo que essas práticas podem proporcionar.

Apesar das discussões acerca da definição, o termo já foi citado por Papert na década 80 reforçando o poder do Pensamento Computacional para “forjar ideias”, levando o sujeito a resolver problemas que surgem nos micromundos. Nesses micromundos o sujeito tem um mundo simulado em que pode entrar em contato com os conceitos de modo não formal, tem a oportunidade de criar teorias, testar hipóteses, experimentar, ampliando e enriquecendo as representações do conhecimento. Neste sentido, o autor traz um destaque ao Pensamento Computacional que é fruto dos processos de inclusão da computação no ensino, uma inserção que a torna um objeto-de-pensar-com, contribuindo com o modo de pensar e aprender dos sujeitos (PAPERT, 1985).

Os fatos expostos acima mostram visões de uso da tecnologia e do Pensamento Computacional na escola e trazem elementos para reflexão sobre: como a escola vê e usa a tecnologia e o Pensamento Computacional? O que se deseja com a inserção do Pensamento Computacional? Qual o principal foco na inserção da tecnologia e do Pensamento Computacional nos ambientes escolares? Como o professor de matemática articula isso a sua prática?

Responder essas questões tem como pano de fundo as concepções de aprendizagem, de escola e de sujeito. Essas concepções vão evidenciar o que se espera com essa inserção e os modos como ela vai ocorrer. O descontentamento com associações do Pensamento Computacional ao uso de qualquer recurso tecnológico e a falta de investigações sobre possíveis contribuições para a aprendizagem dos sujeitos fizeram com que essa tese surgisse e buscasse na teoria de Piaget, em especial na abstração reflexionante, os elementos necessários para identificar essas contribuições.

A escola como um espaço investigativo em que os sujeitos (estudantes e professores) são ativos e estão em constante interação entre si, com o outro e com o mundo são fonte dos processos de construção do conhecimento. A proposição de problemas investigativos que exigem uma investigação matemática em que é necessário fazer relações, identificar propriedades, compartilhar ideias, criar representações para a situação aliados a elementos computacionais torna-se um ambiente favorável a essas construções.

A construção do conhecimento, de acordo com Piaget ([1977],1995), ocorre a partir de assimilações e acomodações que levam a tomadas de consciência, responsáveis por ações reflexivas. O sujeito assimila o objeto a partir de abstrações empíricas, retirando propriedades físicas do objeto e pela coordenação de ações, retiradas por abstração reflexionante. Diante disso, o sujeito adapta seus esquemas e estruturas, ou cria novos, entrando em um patamar de equilíbrio, onde há a acomodação. Esse equilíbrio é fonte de novos e cada vez mais elaborados desequilíbrios que geram novos processos de assimilação e acomodação, entrando em uma espiral sem fim.

O processo de construção do conhecimento explicado por Piaget ([1977],1995) ocorre o tempo todo e em diferentes espaços. O professor, nesse caso, é um co-aprendiz que aprende com o aluno e o auxilia nessa construção promovendo um ambiente propício para que assimilações e acomodações ocorram. Neste sentido, entende-se que o professor precisa estar preparado para isso, estimular o uso da tecnologia e desenvolver o Pensamento Computacional na perspectiva apontada por Papert (1985) pode ser uma forma de fomentar esses processos.

## 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA, OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A situação exposta acima sobre o Pensamento Computacional, as concepções de aprendizagem propostas por Papert e Piaget e a carência de formação para professores são o pano de fundo para as inquietações que geraram esta tese. O desejo de investigar esse universo e, principalmente, suas contribuições para a aprendizagem, tornaram-se o foco desta pesquisa que tem como questão norteadora: **Quais as contribuições do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas investigativos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática?**

Diante da questão norteadora tem-se o seguinte objetivo geral de pesquisa:

Identificar as contribuições do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas investigativos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática.

Com base nesse objetivo geral tem-se como objetivos específicos:

- analisar as concepções de abstração para a computação e a abstração reflexionante no contexto do Pensamento Computacional;

- identificar formações para professores que associam o ensino de matemática e o desenvolvimento do Pensamento Computacional;
- projetar um conjunto de problemas investigativos em que elementos computacionais<sup>3</sup> sejam utilizados como objetos-de-pensar-com para a construção de conceitos matemáticos;
- observar e analisar os diferentes processos de abstração, em professores, provocados por problemas investigativos que envolvem práticas de Pensamento Computacional;
- observar as percepções dos professores acerca do desenvolvimento do Pensamento Computacional e a aprendizagem matemática.

Assim, esta pesquisa pretende acrescentar ao conceito de Pensamento Computacional o conceito dos objetos-de-pensar-com de Papert (1985) e o conceito de abstração reflexionante de Piaget ([1977], 1995). Considera-se, nessa tese, que o Pensamento Computacional são os processos de pensamento que utilizam elementos computacionais como objetos-de-pensar-com para contribuir nos processos de abstração reflexionante do sujeito. O principal aspecto que se deseja destacar não é computação e seus conceitos como um fim, mas utilizar ela e seus processos, enfatizando o pensamento algorítmico, como um suporte à reflexão, auxiliando na elaboração de níveis mais elevados de abstração.

## 1.2 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada em dez capítulos. O capítulo dois apresenta o termo Pensamento Computacional fazendo um resgate sobre suas origens que se entrelaçam com as evoluções da Computação enquanto ciência que atua e auxilia em diversas áreas. O capítulo também discute algumas das diversas definições do termo, suas relações e diferenças.

O capítulo três dá ênfase à abstração, trazendo aspectos gerais sobre o que ela representa e suas conceituações. Além disso, o capítulo traz a perspectiva computacional da abstração e posteriormente a de Piaget, apresentando a conceituação da abstração reflexionante. Ao final destaca-se como os objetos-de-

---

<sup>3</sup> Considera-se elementos computacionais os chamados pilares do Pensamento Computacional propostos por Wing (2006,2010,2014): abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo; além de conceitos computacionais como recursão iteração, generalização, condicional, entre outros que serão ilustrados adiante.

pensar-com, propostos por Papert, podem ser um suporte aos processos de abstração reflexionante.

O Pensamento Computacional na formação de professores é o tema do capítulo quatro, mostrando como ele é apresentado nos documentos oficiais que são base para a elaboração dos currículos escolares. No capítulo consta uma análise dos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em matemática, observando a presença do Pensamento Computacional e o uso da tecnologia durante toda a formação inicial dos professores.

O estado do conhecimento sobre a formação de professores de matemática em Pensamento Computacional é abordado no capítulo cinco.

O capítulo seis apresenta a metodologia de pesquisa desta tese, descrevendo o material elaborado que foi utilizado na produção de dados.

No capítulo sete consta os resultados preliminares, fruto de um experimento piloto desta pesquisa. Nesse estudo inicial foram testadas e analisadas duas atividades que fizeram parte da produção final de dados.

Os dados produzidos no experimento final são apresentados e analisados no capítulo oito. Com base na teoria de Piaget procurou-se destacar possíveis abstrações reflexionantes dos sujeitos durante a resolução dos problemas investigativos propostos.

Os resultados da pesquisa são apresentados no capítulo nove, com uma sistematização das análises realizadas no capítulo anterior e uma reflexão a partir dos objetivos estabelecidos no início da pesquisa.

Ao final, o capítulo dez, traz as considerações finais desta pesquisa. Nesse capítulo é retomada a questão de pesquisa, apontando contribuições deste estudo para a discussão do Pensamento Computacional na formação de professores e na construção de conhecimentos.

## 2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O termo Pensamento Computacional não é novo, mas ganhou destaque mundial desde 2006, quando Jeannette Wing publicou um artigo sobre o tema em uma influente revista da área da computação (WING, 2006). Aliado a esse artigo em 2012 empresas como Google, Microsoft e outras da área de tecnologia apoiaram iniciativas como o Code.org<sup>4</sup> e a Hora do Código<sup>5</sup>, com o objetivo de incentivar jovens a aprender a programar e a olhar para a Ciência da Computação com um conhecimento necessário, diante da crescente demanda de mão de obra no mercado de trabalho. Todos esses movimentos instigaram debates e pesquisas na área, além da sua inclusão em currículos escolares pelo mundo.

Este capítulo tem como objetivo apresentar as possíveis origens do Pensamento Computacional e sua definição. Não existe um consenso em relação à definição entre pesquisadores, tanto da área da Ciência da Computação quanto da Educação, por isso buscou-se fazer um resgate das definições citadas na maioria dos artigos e revisões de literatura sobre o tema. As definições estão apresentadas em ordem cronológica para que o leitor possa acompanhar possíveis evoluções das discussões sobre o que é Pensamento Computacional. Também foram usadas como referências organizações americanas e brasileiras que defendem a inclusão da Ciência da Computação no currículo escolar e pesquisas que se aproximam da visão desta tese.

### 2.1 AS ORIGENS DA COMPUTAÇÃO QUE INFLUENCIARAM O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A Computação, de acordo com Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) tem suas origens na antiguidade quando babilônicos e egípcios apresentavam descrições de procedimentos de cálculos com a intenção de que outras pessoas pudessem segui-los. As pessoas que faziam essas descrições eram os computadores da época. No

---

<sup>4</sup> Organização sem fins lucrativos que visa expandir o ensino da Ciência da Computação no ensino. O site <https://code.org/> disponibiliza materiais, cursos online, vídeos, entre outros.

<sup>5</sup> Evento associado ao site Code.org que propõe a criação de eventos de uma hora de atividades de introdução à Ciência da Computação na tentativa de desmistificar a programação. Site do evento: <https://hourofcode.com/br>

final do século XX foram criados o que hoje são chamados de computadores, ou seja, máquinas com o objetivo de seguir instruções de forma rápida e sem erros.

Segundo Denning (2005) ao longo dos anos a Computação se desenvolveu com o suporte de outras áreas: Ciências, Matemática e Engenharia. Atividades como algoritmos experimentais, ciência da computação e ciência computacional estão fortemente ligadas às Ciências, já que se baseiam no princípio da experimentação do método científico. O desenvolvimento de *softwares* e engenharia de *software* remetem à engenharia, enquanto a análise numérica e a complexidade de algoritmos têm suas bases na representação simbólica e estrutura dedutiva da Matemática (DENNING, 2005; BARCELOS, 2014).

No início dos anos 80 Wilson e outros cientistas de diferentes áreas já acreditavam que a Ciência da Computação seria a terceira perna da Ciência formando uma nova base com as já conhecidas: teoria e experimentação. A Computação está cada vez mais sendo vista como uma ciência além dos computadores (máquinas), tornando-se “um método essencial para se fazer ciência” (DENNING, 2009, p. 3). Desta forma, Denning (2009) argumenta a necessidade da computação para o desenvolvimento de outras áreas, como por exemplo, a Bioinformática em que os modelos computacionais permitiram o mapeamento completo do genoma humano. Essa evolução da computação a afasta puramente dos computadores e a torna uma ciência que tem como foco o estudo do processamento de informações computacionais, sejam elas naturais ou artificiais (DENNING, 2009, 2017; LI ET AL, 2020).

Ao mesmo tempo que a Computação foi conquistando seu espaço como ciência, pesquisadores da área também observavam o desenvolvimento do pensamento que era influenciado por práticas computacionais e que aprender sobre seus processos computacionais poderia influenciar a vida e a profissão das pessoas. Essas observações podem ser consideradas a origem do Pensamento Computacional, a seguir apresenta-se algumas delas.

No início dos anos 60, Alan Perlis defendia que a programação de computadores deveria estar presente em todos os cursos universitários, argumentando que a algoritmização estava presente na cultura e que poderia influenciar a forma de pensar de profissionais de todas as áreas (DENNING, 2017; RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020). Além de Perlis, Allen Newell e Herb usavam

o termo “pensamento algorítmico” para descrever os processos de pensamento dos cientistas da computação que se diferenciam de outros.

Na década de 70, Donald Knuth argumentava que um algoritmo era uma forma de ensinar uma máquina e que esse processo levava a compreensão profunda de um problema. Nesse mesmo período, Edsger Dijkstra escreveu sobre os hábitos computacionais mentais que aprendeu e o auxiliaram a melhorar sua forma de programar.

Na década de 80, Seymour Papert usou o termo Pensamento Computacional em seu livro *Mindstorms* (em português: LOGO: Computadores e Educação) ao tratar das habilidades mentais que são desenvolvidas por atividades de programação em LOGO por crianças. Neste mesmo período Ken Wilson e outros pesquisadores usavam o termo para indicar “[...]os processos de pensamento na ciência da computação - projetar, testar e usar modelos computacionais para fazer descobertas e avançar na ciência” (DENNING, 2017, p. 35).

Papert, em seu artigo *An Exploration in the Space of Mathematics Educations* de 1996, reforça o poder do Pensamento Computacional para “forjar ideias”, levando o sujeito a resolver problemas que surgem nos micromundos<sup>6</sup>, ampliando e enriquecendo as representações do conhecimento.

Ao utilizar o termo Jeannette Wing, pesquisadora e professora da área da computação, argumenta a importância de pensar como um cientista da computação e que esse pensamento poderia ser aplicado em diferentes níveis de ensino e áreas (WING, 2006). Esse artigo é publicado em um momento em que, segundo a própria Wing (2010), a área da computação vivia um declínio de interesse por parte dos estudantes. A intenção com o artigo era trazer um pensamento positivo, mostrando ao mundo a importância da computação nas mais diversas áreas e que ela não se resume à programação.

## 2.2 DEFINIÇÕES MAIS ATUAIS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL

No artigo *Computational Thinking* (WING, 2006) publicado em uma revista muito influente na área da computação, a *Communications of the ACM*, Jeannette Wing define Pensamento Computacional como um conjunto de habilidades da área

---

<sup>6</sup> Micromundo é o termo usado por Papert para definir espaços virtuais atrativos que permitem ao sujeito entrar em contato com conceitos de modo não formal.

da computação que estão em diferentes áreas, tais habilidades podem trazer benefícios para todos, independentemente de serem ou não da área da computação (WING, 2006). A autora defende que desde a infância todos deveriam ser estimulados a pensar como um cientista da computação, deixando claro que isso não se resume à programação, mas a pensar em diferentes níveis de abstração (WING, 2006, 2008).

À medida que a ideia de Pensamento Computacional foi sendo aceita e discutida em diferentes níveis a definição de Wing também foi se tornando mais clara. Em 2010 a autora juntamente com Jan Cuny e Larry Snyder, com inspirações em Aho, definem o termo como “os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, para que as soluções sejam representadas de uma forma que possam ser efetivamente executadas por um agente de processamento de informações” (WING, 2010, p. 1). Já em 2014, traz mais detalhes à definição: “O Pensamento Computacional é o processo de pensamento envolvido na formulação de um problema e na expressão de sua(s) solução(s) de forma que um computador - humano ou máquina - possa efetivamente executar” (WING, 2014, p. 1).

A definição mais atual de Wing (2014) mostra que há processos mentais envolvidos durante a solução e a formulação de problemas e a forma de expressá-las pode ser feita entre humanos-humanos e/ou humanos-máquina, destacando que este pensamento não se resume a uma linguagem de programação, mas sim a uma forma de comunicação linguística (linguagem visual, natural, linguagem de programação, ...) que seja compreendida e esteja em um formato acessível ao público que se destina.

Diante da primeira publicação de Wing o termo Pensamento Computacional ganhou espaço em diversas pesquisas, discussões e movimentos sobre a sua inserção no ensino, mas carecia de uma definição mais precisa. Neste sentido, foram propostos dois *workshops* promovidos pela *National Academy of Sciences* dos Estados Unidos da América, um em 2009 e outro em 2011. O primeiro *workshop* tinha como objetivo o escopo e a natureza do Pensamento Computacional. Diversos pesquisadores participaram e trouxeram diferentes visões sobre Pensamento Computacional, entre elas, destaca-se:

- uma relação com os processos de pensamento procedural de Seymour Papert, segundo David Moursund;
- a expansão mental humana através de ferramentas abstratas que produzem aplicações práticas, gerencia a complexidade e que pode automatizar tarefas, de acordo com Peter Lee;

- foco em processos e fenômenos abstratos que viabilizam processos, para Bill Wulf;
- uma ponte entre ciência e engenharia, formas ou métodos de pensamento aplicáveis nas diferentes disciplinas, sugerido por Wing e Sussman;
- uma lista aberta e crescente de conceitos que reflete a natureza dinâmica da tecnologia e do aprendizado humano, e que combina diversos elementos, como por exemplo a automatização de processos, para Robert Constable;
- habilidade intelectual comparada à leitura e escrita, destacado por Resnick.

Essas e outras visões permearam o evento e, ao final, os participantes não entraram em um consenso sobre os elementos e a estrutura do Pensamento Computacional, indicando que isso pode ser um reflexo de que o “pensamento computacional, como modo de pensamento, tem seu próprio caráter distintivo” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010, p. 65). Já no *workshop* de 2011 o foco eram as dimensões cognitivas e educacionais, sendo apresentados exemplos que poderiam servir como indicadores de como as pessoas veem a intersecção da computação com conhecimentos das diversas áreas e algoritmos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011).

No *workshop* de 2011 diversas práticas associadas ao Pensamento Computacional foram apresentadas, algumas que remetiam mais à programação e outras a resolução de problemas, assim pode-se destacar o Pensamento Computacional em algumas áreas:

- vida cotidiana – atividades que envolvem uso de dispositivos como celulares em que os sujeitos podem fazer registros que auxiliem nos seus projetos, atividades que usam tomada de decisão em situações diárias como na escolha de uma fila do supermercado;
- jogos – jogos que expressem situações cotidianas, jogos de simulação, criação de jogos individuais ou em grupos de forma colaborativa;

- ciência – modelar fenômenos, fazer gráficos que representam um fenômeno, usar mecanismos como sensores para capturar informações que possam fazer parte de modelos, uso de banco de dados;
- engenharia – estudo de fenômenos ambientais com dispositivos específicos da área;
- jornalismo – pesquisa, interação, análise, criação, entre outras atividades que levam os sujeitos a produzir um conteúdo e analisar o feedback dado;

Os *workshops* da *National Research Council* não finalizaram as discussões a respeito da definição de Pensamento Computacional e suas possibilidades, mas eles demonstraram a amplitude do termo e as possibilidades de integração na educação. Outros pesquisadores seguem trazendo mais elementos para a discussão, como apresenta-se a seguir.

Aho (2011) ao definir Pensamento Computacional resgata a importância dos modelos computacionais:

Abstrações matemáticas chamadas de modelos computacionais estão no centro da computação e do pensamento computacional. A computação é um processo definido em termos de um modelo subjacente de computação e o pensamento computacional são os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas para que suas soluções possam ser representadas como etapas computacionais e algoritmos. (AHO, 2011, p. 7).

Aho destaca que encontrar os modelos apropriados é a parte mais importante do processo, pois ao obter modelos computacionais de um sistema é possível pensar em problemas e suas possíveis soluções. Essas soluções podem ser representadas com algoritmos e neste caso, demonstram uma forma de controlar qualquer máquina que implemente o modelo e assim gere o resultado esperado (AHO, 2011; DENNING, 2017). O termo modelo computacional usado por Aho não está se referindo apenas à computação, mas a qualquer modelo de qualquer área que representa ou simula computação, o autor exemplifica áreas como física quântica e biologia que usam modelos computacionais para auxiliar na compreensão de seus sistemas.

A definição de Aho resgata a essência de 60 anos da ciência da computação (DENNING, 2017), trazendo o Pensamento Computacional para outros campos e destacando os processos mentais envolvidos na formulação dos problemas para criar representações computacionais. A própria Wing (2014) admite as contribuições de

Aho em sua definição mais atual, acrescentando a importância dos processos mentais, além de valorizar os modelos que possam ser efetivos no meio computacional ou ainda solucionáveis por humanos.

Na tentativa de tornar o conceito de Pensamento Computacional mais acessível aos educadores a *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *American Computer Science Teachers Association* (CSTA) reuniram empresas e professores de vários níveis para criar uma definição operacional para o termo. Essa definição apresenta que:

O pensamento computacional é um processo de resolução de problema, com as seguintes características: formulação de problemas de uma forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados por meio de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções por meio do pensamento algorítmico (a série de passos ordenados); identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas. (ISTE/CSTA, 2011, p. 7, tradução nossa).

Além desta definição operacional, a ISTE/CSTA descreve um conjunto de disposições e atitudes que o estudante deve apresentar para desenvolver o Pensamento Computacional, são elas:

confiança em lidar com complexidade; persistência em trabalhar com problemas difíceis; tolerância para ambiguidades; habilidade de lidar com problemas abertos; habilidade de comunicar e trabalhar com outros para atingir um objetivo ou uma solução em comum. (ISTE/CSTA, 2011, p.7, tradução nossa).

A ISTE/CSTA ainda apresenta nove conceitos a serem abordados nos currículos escolares: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, simulação e paralelização. Nota-se que essa definição possui uma extensa lista de características, mais uma lista de atitudes e conceitos a serem desenvolvidos, na tentativa de aproximar os professores acaba também ampliando essa visão e misturando-a a outras habilidades fundamentais que se espera do estudante. A definição proposta pela ISTE/CSTA aponta que o Pensamento Computacional é uma metodologia para resolução de problemas que pode ser automatizada, transferida e aplicada em diversas áreas.

Hu (2011), apresenta diferentes interpretações para a compreensão de Pensamento Computacional, pois segundo ele, até o momento da publicação do seu artigo, as definições não deixavam claro quais seriam os elementos, estruturas ou peculiaridades do Pensamento Computacional. O autor sugere que o Pensamento Computacional pode ser uma mistura de elementos de raciocínio, vindos de vários outros raciocínios como lógico, matemático, analítico. Defende a necessidade de desenvolver um pensamento crítico nos diversos níveis integrado ao ensino e, o Pensamento Computacional, pode ser uma forma de auxiliar esse processo.

Barr e Stephenson (2011) apresentam uma discussão a respeito das diversas definições de Pensamento Computacional e propõem que conceitos-chave da computação sejam aplicados nas diversas áreas. Defendem a necessidade de demonstrar exemplos em que o Pensamento Computacional pode ser aplicado em sala de aula e aliado aos diversos componentes curriculares. Desta forma, os autores argumentam que os alunos já aprendem na escola a resolver problemas<sup>7</sup>, assim como muitos componentes curriculares trabalham com habilidades de pensamento lógico e algorítmico, o que eles sugerem é que cientistas da computação podem auxiliar professores a entender esses processos como algorítmicos e identificar onde a computação e a manipulação de dados com o computador pode auxiliar.

Brennan e Resnick (2012) analisaram atividades produzidas e publicadas por jovens na comunidade *online* do Scratch e a partir de *workshops* em Scratch desenvolveram uma definição de Pensamento Computacional que envolve três dimensões:

- conceitos computacionais - relaciona-se a conceitos que os alunos utilizam enquanto programam, como sequências, loops, paralelismo, eventos, condicionais, operadores e dados;
- práticas computacionais - refere-se às práticas que são usadas enquanto programam, dentre elas destacam quatro conjuntos: incrementação e iteração<sup>8</sup>, teste e depuração, reutilização e remixagem e abstração e modularização.

---

<sup>7</sup> Os autores não destacam o que entendem por resolver problemas e que tipos de problemas estão nesse foco.

<sup>8</sup> Iteração representa uma repetição, indicando em um programa quantas vezes uma determinada instrução ou sequência de instruções deve ser repetida (MARJI, 2014).

- perspectivas - corresponde às perspectivas dos alunos sobre o mundo ao seu redor e sobre si mesmos.

Ao propor a definição dentro dessas três dimensões, Brennan e Resnick (2012), destacam a importância da programação e consideram que apenas pensar em conceitos chave não representa todos os elementos de aprendizagem, para eles, é necessário também considerar a participação dos sujeitos durante toda a construção de seus projetos. O foco está em como o sujeito está aprendendo e não em o que aprende durante processos de programação no Scratch.

Grover e Pea (2013) após uma vasta revisão bibliográfica sobre o estado da arte defendem a ideia que Pensamento Computacional é uma abordagem para resolução de problemas e destacam nove elementos que devem formar a base do currículo e a avaliação: abstração e reconhecimento de padrões; processamento sistemático de informações; sistemas de símbolos e representações; noções de controle de fluxo em algoritmos; decomposição de problemas estruturados (modularização); pensamento iterativo, recursivo e paralelo; lógica condicional; restrições e eficiência de desempenho; depuração e detecção de erro sistemático. Identificam a programação com uma ferramenta chave para apoiar as tarefas cognitivas envolvidas no Pensamento Computacional, além de demonstrar competências computacionais.

Seguindo com suas análises, Grover e Pea (2013), acreditam na importância do desenvolvimento das competências do Pensamento Computacional nesse mundo em que a tecnologia é onipresente. Destacam a necessidade de ampliar os estudos sobre aspectos cognitivos dos sujeitos ao aprender conceitos computacionais, assim como foi feito na década de 80.

Voogt et al (2015) publicam um artigo em que aproximam o Pensamento Computacional às ideias de Papert sobre o desenvolvimento de pensamento procedimental a partir da programação em LOGO. Os autores veem o Pensamento Computacional “como o ensino de habilidades de pensamento aplicadas a vários domínios” (VOOGT et al, 2015, p. 718). Neste sentido defendem que as habilidades do Pensamento Computacional não são restritas à área da Ciência da Computação e que a programação não é o único contexto para desenvolvê-las. É necessário focar nos conceitos de nível superior que são desenvolvidos pelos sujeitos e as aplicações nos diversos domínios.

Diante das diversas definições Voogt et al (2015) defendem que não há uma definição exata sobre o que é Pensamento Computacional e que os maiores conflitos estão em tentar definir quais habilidades são essenciais e quais são periféricas. Defendem que ao invés de procurar uma definição final para o termo deve-se olhar para as semelhanças e possíveis relações entre as discussões, pois isso pode levar a uma descrição mais clara do que é importante e de como integrá-lo ao ensino.

Weintrop et al (2015), em seus estudos a respeito de Pensamento Computacional, analisam a proposta de incorporação à área da matemática e ciências. Seu objetivo está em compreender esse pensamento nessas áreas, com foco nos professores que devem preparar os alunos do ensino médio para futuramente atuarem em carreiras que exigem esses conhecimentos. Assim, a partir dos estudos, diálogo com professores, entrevistas com matemáticos e cientistas e análise de materiais instrutivos, propõem uma definição que inclui o Pensamento Computacional em contextos científicos e matemáticos, através de quatro categorias relacionadas a práticas: práticas de dados, práticas de modelagem e simulação, práticas de resolução de problemas e práticas de pensamento sistêmico. Para os autores, o emprego do Pensamento Computacional no contexto dessas áreas pode aprofundar a aprendizagem do conteúdo de matemática e ciências, além dessas áreas serem um campo rico em que este pensamento pode ser aplicado. Ao final a proposta dos autores não está na programação, mas na aplicação das práticas computacionais autênticas e significativas que são essenciais para os alunos.

Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017) realizaram uma revisão de literatura sobre Pensamento Computacional, destacando definições, características, modelos de inserção e avaliação. A partir desta revisão os autores propõem uma definição própria em que Pensamento Computacional é “a base conceitual necessária para resolver problemas de forma eficaz e eficiente (ou seja, algoritmicamente, com ou sem o auxílio de computadores) com soluções que são reutilizáveis em diferentes contextos” (SHUTE, SUN E ASBELL-CLARKE, 2017, p. 151, tradução nossa). Nesta definição os autores destacam que o Pensamento Computacional tem como foco a forma de pensar e agir e que essas são expressas através de habilidades específicas como: abstração, decomposição, algoritmos, depuração, iteração e generalização. Os autores enfatizam que o foco do seu modelo está em abordar problemas de forma sistemática, destacando que isso permite que seja aplicado nos assuntos já tratados

no ensino básico, não isolando o Pensamento Computacional em uma área específica.

Em 2017, Brackmann finaliza sua pesquisa de doutorado em que analisa o desenvolvimento do Pensamento Computacional a partir de atividades desplugadas<sup>9</sup> e diante de sua vasta revisão sobre o tema propõe que

o Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente. (BRACKMANN, 2017, p.29).

O autor argumenta que o Pensamento Computacional não significa utilizar aplicativos ou dispositivos eletrônicos, nem tão pouco está relacionado a uma forma mecânica de pensamento, mas sim com o desenvolvimento de capacidade crítica e criativa, uma forma de pensar estruturada que envolve o trabalho colaborativo. Neste sentido, apresenta os seguintes argumentos em relação aos benefícios do desenvolvimento do Pensamento Computacional: emprego, compreensão do mundo, transversalidade em diferentes áreas, alfabetização digital, produtividade, programação que ajuda no aprendizado de outras áreas, inclusão de minorias, diminuição das limitações físicas e trabalho em equipe (BRACKMANN, 2017).

Diante das discussões a respeito da definição de Pensamento Computacional, habilidades a serem desenvolvidas e métodos de avaliação, Yasar (2016, 2018) propõe uma nova perspectiva para o tema, relacionando-o a competências cognitivas que estão envolvidas não só na área das ciências e engenharias, mas também na vida cotidiana. De acordo com o autor, um dos problemas do Pensamento Computacional está em relacioná-lo à dispositivos eletrônicos e igualá-lo ao pensamento de cientistas da computação. Com isso, muitas de suas habilidades estão relacionadas a resolução de problemas e uso de dispositivos eletrônicos com o objetivo de preparar futuros programadores (YASAR, 2018). Ele propõe que sejam vinculados os hábitos mentais dos especialistas aos processos cognitivos fundamentais para que possam identificar habilidades mais básicas e que podem ser ensinadas a pessoas não-experientes na área.

---

<sup>9</sup> Atividades desplugadas são atividades que desenvolvem o Pensamento Computacional sem o uso de recursos tecnológicos. Essas atividades ocorrem com o uso de movimentos do corpo, cartões e outros materiais físicos. Podem envolver dobraduras, colagens, desenhos, pinturas, resolução de enigmas, entre outros (BRACKMANN, 2017).

Partindo desse pressuposto, Yasar (2018) mostra sua visão, e de neurocientistas, do cérebro como um dispositivo computacional biológico que rastreia e registra o comportamento invariável das informações de forma semelhante a dispositivos computacionais eletrônicos: fazendo associações para generalizar, construindo modelos (raciocínio indutivo) ou quebrando distributivamente em partes menores para analisá-las mais detalhadamente (raciocínio dedutivo). Esse ciclo é a essência do pensamento indutivo e dedutivo, em que o sujeito transita durante todo o seu processo de aprendizado. E é a partir dessa estrutura que o autor sugere uma definição universal para Pensamento Computacional: “pensamento gerado e facilitado por computação, independentemente do dispositivo que faz a computação - junto com uma metodologia de computação eletrônica para facilitar processos cognitivos relevantes” (YASAR, 2018, p.34).

Diante das habilidades de Pensamento Computacional citadas nas diversas definições, Yasar (2018) considera a abstração e a decomposição como as que refletem as funções cognitivas de uma mente computacional: indução e dedução. As demais habilidades variam de acordo com o dispositivo utilizado e podem ou não gerar processos cognitivos. Assim, para o autor, o principal foco deve estar no desenvolvimento de modelagem e simulações pois elas conectam, independente do dispositivo, cognição e computação. Modelagem e simulação levam o sujeito a trabalhar no ciclo iterativo de indução/dedução, o que para Yasar (2018) é de fato o ofício de um cientista. Ele reconhece que é necessário um estudo mais aprofundado sobre o impacto da modelagem e simulação nas habilidades de abstração e decomposição relacionadas com programação, mas acredita que esse pode ser um caminho para ensinar os princípios da computação àqueles que não são cientistas da computação.

Zipitría (2018) discute em seus estudos a necessidade de um aporte teórico mais definido sobre Pensamento Computacional, pois isso implica em ferramentas e práticas com efeitos mais significativos para a aprendizagem dos sujeitos. A autora tem como foco de suas análises atividades de programação e estrutura de dados, com um olhar sobre como esses processos ocorrem mentalmente. Diante desse quadro propõe, a partir dos princípios da Epistemologia Genética de Piaget, um novo modelo para explicar os processos mentais do Pensamento Computacional.

Segundo Zipitría, quando o sujeito reflete sobre o seu papel ao solucionar um problema se torna ciente sobre como fazer para que o computador resolva o problema.

Neste sentido, amplia o esquema de Piaget a respeito da construção do conhecimento, para o Pensamento Computacional, afirmando que “a construção do conhecimento da execução de um programa ocorre nos mecanismos internos do processo de pensamento” (ZIPITRÍA, 2018, p.4). Neste sentido o olhar não está voltado apenas para a escrita de um algoritmo, mas para a compreensão dos sujeitos a respeito de como e porque o computador executa um programa.

O Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), uma organização da sociedade civil sem fins lucrativos, apoia transformações educacionais com o uso das tecnologias digitais em redes públicas de ensino da Educação Básica brasileira. Este centro também propõe um currículo de referência em Tecnologia e Computação oferecendo diretrizes e orientações para apoiar redes de ensino na implementação da tecnologia e computação nos currículos. Um dos três eixos desse currículo é o Pensamento Computacional que “refere-se à capacidade de resolver problemas a partir de conhecimentos e práticas da computação, englobando sistematizar, representar, analisar e resolver problemas” (RAABE; BRACKMANN; CAMPOS, 2018, p.14).

O currículo proposto pelo CIEB e sua definição de Pensamento Computacional engajam-se na proposta de incluir os conceitos da computação na Educação Básica, em todos os níveis de ensino. Já que no Brasil, até o primeiro semestre de 2022, não havia uma referência específica sobre a área da computação na Base Nacional Comum Curricular (este tema será abordado no capítulo 4). Destaca-se que essa inclusão proposta pelo CIEB busca articular a computação à outras habilidades presentes no currículo, apoiando-se em atividades plugadas e desplugadas.

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) define Pensamento Computacional como a “Habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática” (SBC, 2019, p. 2). De acordo com a SBC o Pensamento Computacional é uma habilidade que envolve a sistematização da atividade de resolução de problemas, representação e análise das soluções utilizando algoritmos. Essa sociedade considera como base para o Pensamento Computacional a abstração, automação e análise. Propõe uma abordagem que seja estimulada desde os anos iniciais do Ensino Fundamental permitindo que o sujeito trabalhe com abstrações e problemas tanto de forma plugada quanto desplugada, não exclusivamente com

programação, valorizando a compreensão do Mundo Digital para uma participação ativa e crítica na sociedade.

Li et al (2020) relatam no editorial do *Journal for STEM Education Research* um estudo sobre o Pensamento Computacional em STEM<sup>10</sup>. Ao fazer este estudo os autores fazem referência a diversas pesquisas sobre o tema e, a partir delas e suas práticas, apresentam sua visão de Pensamento Computacional como “[...]um modelo de pensamento que envolve mais pensamento do que computação” (LI ET AL, 2020, p. 4).

A definição de Wing (2014), na visão de Li et al (2020), está profundamente dentro da cultura e aspectos técnicos da Ciência da Computação, o que gera, equivocadamente, a relação desse pensamento com computação numérica e computador, em especial para aqueles que são de fora da área. Eles consideram que na descrição de Wing o que realmente torna o Pensamento Computacional especial é a sua relação com os conceitos fundamentais da computação. De acordo com Li et al (2020), relacionando com a ideias de Denning (2009, 2017) já citadas aqui nessa tese, a Ciência da Computação, atualmente, está focada no processamento da informação, tanto natural quanto artificial e ao mesmo tempo outros estudos caracterizam o pensamento humano como modelo específico de processamento de informações. Nesse sentido, as conexões entre Computação e o pensamento humano no processamento de informações é o que permite uma noção mais generalizável de Pensamento Computacional. Assim,

Pensamento Computacional é sobre a busca de formas de processar informações que são sempre incrementalmente improváveis em sua eficiência, correção e elegância. A melhoria implicada pode exigir o uso de várias estratégias (incluindo abstração e modelagem), prática, aquisição e melhoria de habilidades. (LI et al, 2020, p. 4, tradução nossa)

Ao observar a definição de Li et al (2020), nota-se que o foco está no processamento das informações e na busca por melhorias na forma de tratar essas informações para de fato contribuir com o desenvolvimento do Pensamento

---

<sup>10</sup> A sigla STEM em inglês refere-se às áreas Science, Technology, Engineering e Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em português), já a sigla STEAM acrescenta a sigla anterior a área de Arts (Artes). Essas siglas representam um movimento que vem crescendo em todo o mundo e que propõe uma metodologia ativa que envolve a união dessas áreas, onde os estudantes desenvolvem projetos interdisciplinares, com foco na resolução de problemas, investigação baseada, principalmente, no mundo real. (CARMONA-MESA; CARDONA; CASTRILLÓN-YEPES, 2020)

Computacional. É importante destacar que as informações, para os autores, podem assumir diversos formatos e níveis de abstração e serem representadas de formas variadas, logo podem ser usadas em diferentes áreas para a solução de problemas, modelagem e construção de sistemas (LI et al, 2020).

Há uma vasta rede de pesquisa mundial sobre a importância do Pensamento Computacional e a necessidade de incluí-lo nos currículos escolares desde os níveis mais iniciais de ensino. Destaca-se que pesquisadores desse tema são principalmente da Ciência da Computação e, nos últimos anos, vê-se mais influência de educadores interessados nesse ramo. Mesmo assim, não há um consenso da definição de Pensamento Computacional o que gera uma variedade de práticas e análises (VALENTE, 2019; GROVER; PEA, 2013; YASAR, 2018; DISESSA, 2018). Essa diversidade pode servir como fonte de discussão e reflexão para as práticas diárias na escola e principalmente sobre seus reflexos na aprendizagem dos estudantes. Nesta seção buscou-se apresentar um recorte dessas definições para contribuir com esse debate e observar alguns caminhos da sua construção no decorrer dos últimos anos. Apresenta-se, a partir do recorte desta seção, a tabela 1 com a evolução do conceito de Pensamento Computacional no decorrer dos últimos anos, relacionando-o com autores/instituições e palavras-chaves que representam a essência, de acordo com a interpretação da autora desta tese, de cada definição.

Tabela 1: Evolução da definição de Pensamento Computacional

Ano	Autor/Instituição	Palavras-chave
2006	Wing	habilidades mentais, abstração
2009	Workshop NRC	processos de pensamento por procedimentos, inteligência artificial, processos e fenômenos abstratos, habilidade intelectual, ferramenta para explicar e representar a complexidade
2010	Wing	processos de pensamento, formulação e resolução de problemas, representação
2011	ISTE/CSTA	processos de resolução e formulação de problemas, diversas ferramentas, representação, pensamento algorítmico, análise, automação, simulação, generalização, transferência para outros problemas
2011	Aho	modelos computacionais, processos de pensamento, resolução de problemas
2011	Hu	pensamento híbrido
2012	Brennan e Resnick	programação; conceitos computacionais, práticas computacionais, perspectivas
2013	Grover e Pea	metodologia, resolução de problemas
2014	Wing	processos de pensamento, formulação e resolução de problemas, abstração, comunicação linguística
2015	Voogt et al	habilidades de pensamento
2015	Weintrop et al	práticas computacionais
2017	Shute, Sun e Asbell-Clarke	resolução de problemas, pensar, agir
2017	Brackmann	capacidade criativa, capacidade crítica, resolução de problemas
2018	Yasar	processos cognitivos
2018	Zipitria	processo de pensamento
2018	CIEB	capacidade, resolução de problemas, práticas computacionais
2019	SBC	capacidade, construção de algoritmos, modelagem
2020	Li et al	modelo de pensamento, processamento de informações

Fonte: Elaboração própria.

Ao definir Pensamento Computacional a maioria dos autores associa a ele habilidades fundamentais que seriam a base para a construção desse pensamento. Ele está relacionado com capacidades além da computação, portanto tais habilidades citadas por muitos autores não traduzem apenas conceitos computacionais. Apesar disso, observa-se que há práticas que envolvem uma análise dessas habilidades apenas sob o foco da computação, examinando programas escritos pelos sujeitos (LI et al, 2020).

As habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional variam entre os autores, mas identifica-se elementos comuns e o principal deles é a abstração. Wing, desde o seu primeiro artigo, destaca a importância da abstração para o Pensamento Computacional, pois as “abstrações são as ferramentas mentais da computação” (WING, 2008, p.2).

Além da abstração, outros pilares do Pensamento Computacional são apresentados por vários autores, de acordo com Brackmann (2017), pesquisas de diversas instituições sintetizam esses pilares em: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos. Abaixo apresenta-se cada um desses pilares sob a ótica da computação.

- Abstração – consiste em um processo em que é necessário decidir quais detalhes precisam ser destacados e quais podem ser ignorados (WING, 2008). Neste sentido ela envolve a simplificação, procurando representar aspectos mais importantes do problema. Este conceito será mais explorado no capítulo três, em que será apresentado visões diferentes para a abstração e como ela será tratada nesta tese.
- Decomposição – consiste em dividir um problema em partes. No caso de problemas mais complexos essa divisão permite o foco em partes menores, observando seus detalhes (BRACKMANN, 2017).
- Reconhecimento de padrões – essa técnica inclui a análise de vários elementos na tentativa de encontrar semelhanças. No caso de resolução de um problema ela permite identificar pontos em comum com outros problemas já resolvidos para que a solução possa ser adaptada.
- Algoritmos – é uma combinação de instruções que permite a solução de um problema. Ele pode ser expresso em linguagens diferentes de acordo com o domínio da solução do problema.

Esses pilares são a base para muitas das práticas em Pensamento Computacional em que os pesquisadores têm como foco o desenvolvimento dessas habilidades nos sujeitos durante a resolução de problemas. Nesta tese o tema central não é o desenvolvimento dessas habilidades e conceitos, mas como eles podem contribuir para o desenvolvimento de abstrações reflexionantes.

### 2.3 ARTICULAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES DEFINIÇÕES

Ao observar as definições apresentadas na seção anterior, a autora desta tese identificou semelhanças entre elas e agrupou-as de acordo com essas características que indicam que o Pensamento Computacional pode ser:

- programação que gera outras habilidades e reflexões;
- uma metodologia para a resolução de problemas;
- a fusão de outros pensamentos;
- uma capacidade para usar conceitos computacionais;
- um gerador de processos cognitivos.

As pesquisas mostram semelhanças entre si, como o reconhecimento de que a programação tem laços estreitos com o Pensamento Computacional, mesmo que ele não seja sinônimo de programação. Identifica-se, assim como Li et al (2020) constataram, práticas que estão voltadas estritamente ao ato de programar, argumentando que a prática promove o Pensamento Computacional, porém a própria Wing (2006) admite que pensar como cientista da computação vai além de programar um computador, mas pensar em vários níveis de abstração (WING, 2006). As práticas mais voltadas ao ato de programar podem ser compreendidas sobre dois aspectos relevantes que ocorrem em pesquisas no exterior e aqui no Brasil, o uso de *softwares* de programação para promover o Pensamento Computacional (SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE, 2017) e a condução de estudos por profissionais mais da área da Ciência da Computação do que da educação (LI et al, 2020).

Brennan e Resnick (2012) têm um olhar mais aguçado para o desenvolvimento do Pensamento Computacional a partir de práticas de programação em Scratch, mas também identificam a necessidade de observar como ocorrem as produções, as relações dos sujeitos com os outros e com o mundo em todo o processo. A construção de algoritmos como um dos principais focos também é a proposição de Aho (2011) e

SBC (2019). É importante destacar, levando em consideração a proposição de Denning (2017), que a proposta de definição de Aho (2011) está relacionada ao conceito mais tradicional de Pensamento Computacional, em que ele é desenvolvido a partir de práticas da programação, enquanto a definição de Wing conecta a uma nova visão, em que o Pensamento Computacional depende do aprendizado de conceitos que geram habilidades de programação (DENNING, 2017). Di Sessa (2018), considera que a definição de Wing (2014) é uma versão generalizada de programação, pois ela não apresenta de fato o que está envolvido por trás da solução de um problema, levando a definição para o ato de programar e para uma classe de problemas muito específica. Para o autor, a programação também é importante, mas é preciso olhar além dela, implicando em entender como esses recursos digitais podem auxiliar o sujeito a pensar melhor (DISESSA, 2018; VALENTE, 2019).

Voogt et al. (2015), Yasar (2018), Li et al (2020), apresentam uma crítica ao foco na programação e na crença de que saber programar indica que essas habilidades de pensamento serão transferidas automaticamente para outros domínios.

A resolução de problemas está presente de alguma forma em todas as definições pesquisadas. Wing (2006) considera a resolução de problemas como um ponto central para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, pois é através dos problemas a resolver que o sujeito vai utilizar as ferramentas e conceitos computacionais. Há autores (GROVER; PEA, 2013; ISTE/CSTA, 2011) que em sua definição consideram o Pensamento Computacional como um processo de resolução de problemas, uma espécie de metodologia em que o sujeito usa ferramentas e técnicas computacionais para solucioná-los.

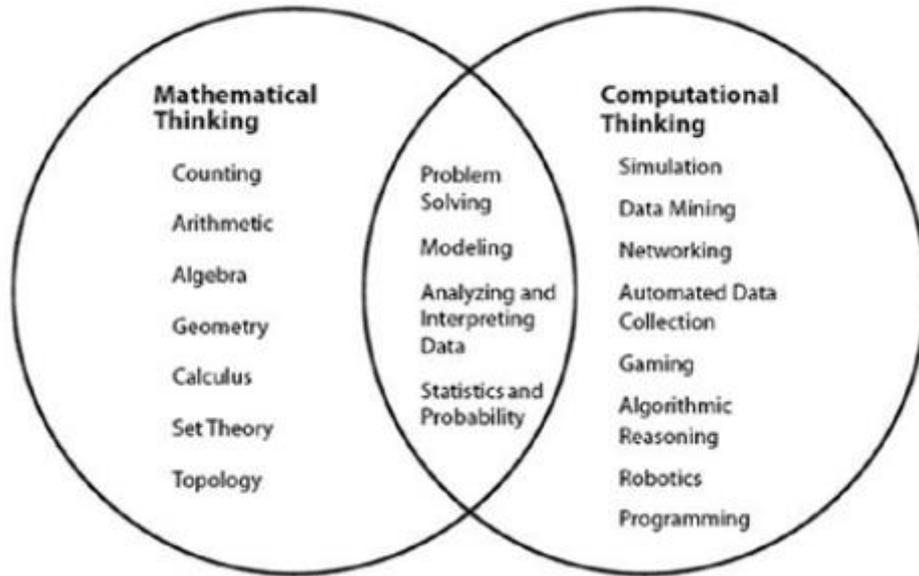
Brackmann (2017), Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017) e a SBC (2019) apontam que o Pensamento Computacional é uma capacidade que envolve um conjunto de habilidades que permitem ao sujeito integrar conhecimentos da computação para resolver problemas. Brackmann (2017) e Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017) destacam ainda a possibilidade dos diversos contextos em que pode ser aplicado, ampliando o domínio de atuação às diversas áreas. Weintrop et al (2015) também focam na aplicação do Pensamento Computacional, mas especificamente nas áreas da matemática e ciências. Enquanto isso a SBC (2019) considera essas habilidades mais relacionadas ao desenvolvimento de algoritmos, remetendo o Pensamento Computacional e suas práticas de computação no ensino mais próximas da Ciência

da Computação do que das diversas áreas de ensino (RAABE; ZORZO; BLIKSTEIN, 2020).

Pensamento Computacional como uma mistura de outros pensamentos é considerada por autores como Hu (2011) e Wing (2008). Pensamento Matemático, Algébrico, Algorítmico, de Engenharia, Crítico, são alguns dos pensamentos que estariam atuando em conjunto para formar o Pensamento Computacional que alinha todos eles na direção da computação. Hu (2011) argumenta que, à luz do Pensamento Crítico, todos os paradigmas de pensamento podem compartilhar elementos comuns e que a mesma habilidade de pensamento pode ser adquirida através de experiências de aprendizagem diferentes. Muitas habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional também fazem parte do Pensamento Matemático, como o reconhecimento de padrões, a abstração, a generalização, a decomposição, os algoritmos, o pensamento recursivo, abstrato, lógico e processual (HU, 2011; WING, 2006, 2008). Valente et al (2017) ao analisar diversos autores que definem o pensamento algébrico encontram intersecções entre o que pertenceria ao pensamento algébrico e ao Pensamento Computacional e concluem que a dificuldade em distinguir esses pensamentos se dá por serem atividades cognitivas complexas e que envolvem processos comuns a esses e a outros tipos de pensamentos.

Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017), adaptando o esquema de Sneider et al (2014) tentam fazer uma distinção entre elementos que pertencem ao Pensamento Matemático, os que fazem parte do Pensamento Computacional e aqueles comuns aos dois. A figura da figura 1 apresenta esse esquema.

Figura 1: Pensamento Matemático e Pensamento Computacional



Fonte: Sneider et al (2014, p. 11)

O esquema representado pela figura 1 demonstra que elementos como raciocínio algorítmico e simulação, para os autores, são exclusivos do Pensamento Computacional, porém, na visão desta autora assim como de Weintrop et al (2015), eles também pertencem ao Pensamento Matemático. Além disso alguns elementos dos conjuntos estão mais relacionados a conceitos das áreas do que habilidades desenvolvidas dentro delas, como por exemplo probabilidade e estatística, cálculo, geometria, entre outros. Destaca-se que essa comparação varia de acordo com os diferentes olhares dos autores, alguns analisam formas de pensar, enquanto outros os tipos de conhecimento envolvidos em cada área.

Ao trazer o esquema de Sneider et al (2014), Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017), corroboram com as definições de Hu (2011) e Wing (2006, 2008, 2014) mostrando que há elementos comuns do Pensamento Computacional com o Matemático e, se fossem ampliados os estudos em demais áreas também seria possível estabelecer mais relações. Neste sentido o Pensamento Computacional inclui habilidades que não são exclusivas a ele, mas com o auxílio da computação, o sujeito pode ampliar suas possibilidades de investigação de fenômenos e do mundo ampliando seu poder de reflexão (SNEIDER et al, 2014; HU, 2011, WEINTROP et al, 2015). Apesar dessa tentativa de distinção de pensamento, nessa tese, não há essa intenção de identificar esses elementos em separado, mas observar como esse pensamento pode elevar as

condições de abstrações reflexionantes do sujeito para a construção abstrações refletidas.

Com maior evidência percebe-se que Wing (2017), Aho (2011), Voogt et al (2015), Zipitria (2018), Yasar (2018), Li et al (2020), relacionam o Pensamento Computacional com processos mentais que estão articulados aos processos computacionais ou elementos da computação na solução e formulação de problemas. Os autores afirmam que são necessárias mais investigações a cerca deste tema.

Wing (2017) e Aho(2011) mencionam que existem processos mentais envolvidos no Pensamento Computacional, mas carecem de elementos teóricos que justifiquem esses processos e como eles ocorrem em atividades que se beneficiam da ciência da computação. Já Voogt et al (2015) aproximam-se das ideias de Papert ao justificar que este pensamento pode contribuir para a formação de estruturas superiores. Zipitria (2018) também procura essa relação com as estruturas superiores ao ampliar o esquema de conceituação de Piaget, já Yasar (2016, 2018) embora tenha outra fundamentação teórica, também mostra a importância da abstração e da decomposição para a evolução dos processos mentais.

A imprecisão na definição de Pensamento Computacional, já apontada por Denning (2017), e a falta de uma análise mais detalhada sobre possíveis efeitos do Pensamento Computacional levam a diversos tipos de práticas que fazem uso desse termo como referência. Muitas dessas práticas estão mais engajadas em ensinar ou inserir computação no dia a dia, trazendo o ato de programar como chave do processo ou ainda, propondo escritas de procedimentos sem valorizar os processos cognitivos que essas práticas podem proporcionar. Diante disso, esta tese tem como objetivo resgatar a proposta dos objetos-de-pensar-com de Papert (1985) e acrescentar o conceito de abstração reflexionante de Piaget ([1977], 1995) ao conceito de Pensamento Computacional. Assim, considera-se que Pensamento Computacional são os processos de pensamento que utilizam elementos computacionais como objetos-de-pensar-com para contribuir nos processos de abstração reflexionante do sujeito.

Os elementos computacionais que se refere a definição de Pensamento Computacional dessa tese inclui: os pilares do Pensamento Computacional propostos por Wing (abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo); conceitos como: recursão, iteração, generalização, condicional, procedimentos e subprocedimentos; linguagens de programação; programação estruturada;

programação paralela entre outros elementos da Computação. Esses elementos podem ser usados em atividades plugadas e desplugadas que envolvam ou não programação. Atividades que envolvem o pensamento algoritmo permitem o uso de vários elementos computacionais, sendo uma via para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. O pensamento algorítmico, de acordo com o que cientistas da computação como Allen Newell, Alan Perlis e Herb Simon defendiam na década de 60 (DENNING, 2017), é o que distinguiria a Ciência da Computação das outras áreas. O pensamento algorítmico, dentro dessa perspectiva, é “um processo de projetar uma série de instruções de máquina para direcionar uma solução computacional para um problema” (DENNING, 2017, p.35).

Porém, dentro da proposta dessa tese, o pensamento algorítmico por si só não é suficiente para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, já que o foco não está no ensino de conceitos computacionais, mas nas atividades a serem realizadas pelo sujeito que devem lhe permitir investigar conceitos, de diferentes áreas, com o suporte de elementos da computação desencadeando processos de abstração reflexionante. Entende-se que essas atividades precisam pertencer a uma classe específica de problemas, os problemas investigativos.

No caso da matemática, onde centra-se essa pesquisa, uma investigação matemática desenvolve-se em torno de um ou mais problemas e envolve “descobrir relações entre objetos matemáticos conhecidos ou desconhecidos, procurando identificar as respectivas propriedades” (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2006, p.13). Os problemas investigativos não são exercícios do tipo: calcule, siga o modelo, pois exigem do sujeito questionar, fazer relações, compartilhar ideias, identificar propriedades, criar representações para a situação. Entende-se que os problemas investigativos aliados a elementos da computação, sejam em ambientes plugados ou desplugados, podem oferecer diferentes contextos para os sujeitos experimentarem os conceitos matemáticos, gerando os desequilíbrios necessários para que novas abstrações reflexionantes aconteçam (PIAGET, [1977],1995; BONA, 2021, 2022; BONA; BOBSIN; KOLOGESKI, 2020).

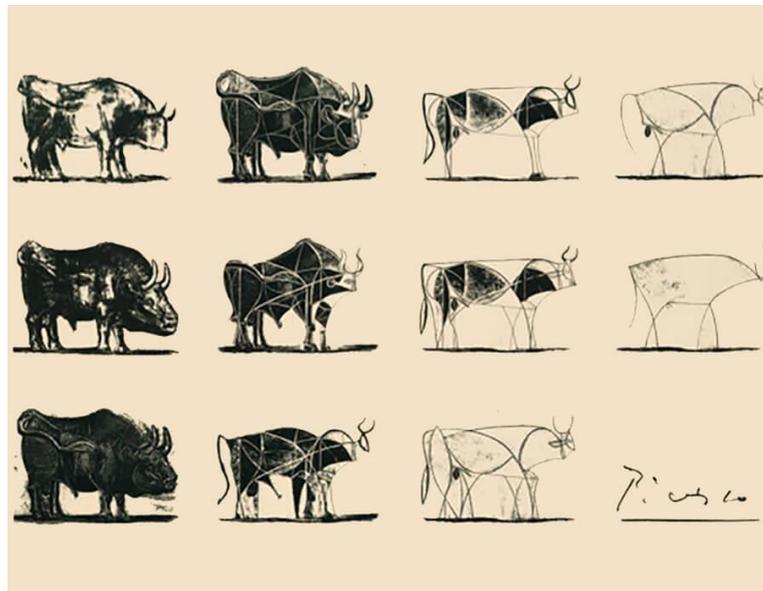
### 3 ABSTRAÇÃO

As diversas definições de Pensamento Computacional, apesar de suas diferentes concepções, têm em comum o destaque a abstração. Este capítulo tem como foco discutir o que é abstração de uma forma geral, além de olhar para esse termo dentro da computação em relação ao Pensamento Computacional e da Epistemologia Genética de Piaget que embasa o aporte teórico desta tese.

#### 3.1 ABSTRAÇÃO: IDEIAS SOBRE UMA DEFINIÇÃO GERAL

O termo abstrair, vem do verbo latino *abstrahere* e, de acordo com o dicionário Aurélio, consiste em considerar isoladamente um ou mais elementos de um todo. A abstração é usada como uma forma de representar a realidade, um exemplo desse processo pode ser visto na obra “El Toro” de Pablo Picasso, em que o autor pinta uma série de imagens em que vai aplicando o processo de abstração, conforme pode ser observado na figura 2.

Figura 2: El Toro - Pablo Picasso



Fonte: Bortolossi, 2020

Na primeira coluna o artista vai ampliando a imagem para tornar o toro mais expressivo e a partir da segunda coluna inicia um processo de redução de detalhes, na busca de uma forma mais abstrata que é encontrada na penúltima imagem da

quarta coluna. Esse processo de abstração pode ser considerado como a extração/remoção de detalhes para simplificar e focar a atenção no que é importante (KRAMER, 2007).

Cetin e Dubinsky (2017) afirmam que um dos significados essenciais da abstração é construir estruturas a partir da extração de características comuns. Já Frorer, Hazzan e Manes (1997) nomeiam esse aspecto como ignorar detalhes. Para os autores, ainda dentro dele está contemplada a ideia de reduzir o problema a ser resolvido a um que o sujeito já está familiarizado, para estudar a sua essência a partir de uma ideia semelhante. Assim, esse aspecto da abstração permite o estudo de um campo a partir de uma comparação com outro semelhante que já se tem domínio.

O processo de abstração também pode estar relacionado à generalização. Ao considerar o núcleo comum ou essência o processo de generalização é envolvido na formulação de conceitos gerais a partir de abstrações de propriedades comuns, ou ainda, um conceito geral formado pela extração de características comuns (KRAMER, 2007). Neste sentido, a abstração permite um olhar para a essência e análise das estruturas do objeto, em relação as suas propriedades conforme também é proposto por Frorer, Hazzan e Manes (1997) e Cetin e Dubinsky (2017).

Observando o exemplo do calendário da figura 3 é possível fazer com ele uma mágica traçando um quadrado 3x3 em torno de nove datas e informando ao mágico, que desconhece o calendário, apenas o primeiro número do quadrado. Ao final, o mágico retorna ao participante a soma de todos os números contidos no quadrado.

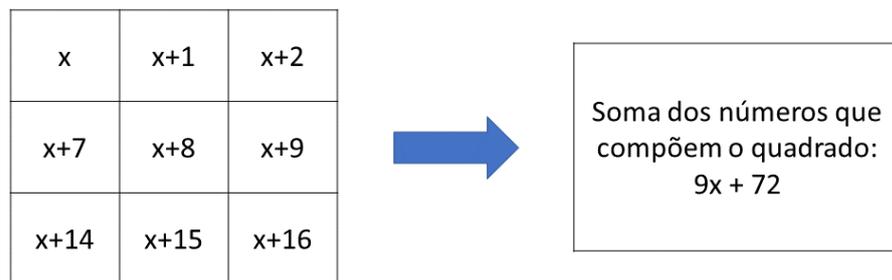
Figura 3: Calendário

JUNHO						
D	S	T	Q	Q	S	S
						01
02	03	04	05	06	07	08
09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Fonte: Elaboração própria

Observa-se primeiramente o modelo de calendário em que os dias estão organizados em colunas, uma para cada semana e que dentro do quadrado não há espaços vazios. Essa estrutura permite criar uma abstração para os dados contidos no calendário e, com o foco nas propriedades, fazer generalizações chegando a um modelo para a mágica, conforme pode ser visto na figura 4. O modelo permite que a soma dos números contidos no quadrado seja reduzida a uma expressão, mesmo conhecendo apenas o primeiro número do quadrado.

Figura 4: Estrutura abstrata e generalização da mágica do calendário



Fonte: Elaboração própria

No exemplo acima, identifica-se uma abstração matemática para o problema. Nesse sentido, ao extrair de um objeto suas propriedades é possível escrever uma generalização para ele, permitindo estudá-lo profundamente e aplicá-lo em outros contextos. Na matemática as abstrações são ferramentas importantes tanto para o processo de elaboração de conceitos pelo sujeito como para a construção de estruturas que permitiram e permitem a evolução da ciência (NASSER, 2013; DUBINSKY, 2002). Representar quantidades através de números é um exemplo de abstração. A escolha de uma representação adequada para uma determinada informação, como por exemplo: uma variável, um gráfico, uma matriz, permitem diferentes formas de resolver o problema, levando a criação de modelos que podem ter caráter mais matemático ou computacional.

Existe ainda um aspecto a ser considerado em relação a abstração e que diz respeito a individualidade do processo, já que as abstrações que o sujeito realiza dependem das suas ações e operações mentais que são fruto do seu conhecimento sobre o domínio que está trabalhando (BECKER, 2012). Frorer, Hazzan e Manes (1997), também fazem essa relação com processos cognitivos ao considerarem as ideias de Wilensky afirmando que um objeto classificado como abstrato não está

relacionado com a coisa em si, mas com a relação do sujeito com o objeto, algo pode ser abstrato para uma pessoa e concreto para outra, já que um conceito abstrato pode se tornar concreto depois de assimilado pelo sujeito. Pode-se pensar como exemplo o conceito de número que para uma pessoa mais experiente pode ser considerado concreto, devido a sua compreensão e domínio do campo, enquanto para uma criança de três anos é um conceito totalmente abstrato.

Frorer, Hazzan e Manes (1997) argumentam que a abstração é um processo complexo e, segundo eles, “[...] abstrações podem ser ações, processos, objetos e esquemas; embora você possa chamar alguns dos objetos de subprodutos do processo de abstração! Mesmo assim, eles se tornam coisas, objetos sobre os quais falamos e com os quais trabalhamos[...]” (FRORER; HAZZAN; MANES, 1997, p.2). Neste sentido, e considerando os diversos aspectos apresentados anteriormente, a abstração está além do ato mecânico de retirar elementos de um todo, mas também está relacionada com o desenvolvimento de estruturas cognitivas que variam com as experiências dos sujeitos e que pode ser suporte para processos cada vez mais elevados de abstração.

As discussões apresentadas sobre abstração não encerram aqui, podem ser ampliadas de acordo com o sujeito e a área em estudo. No caso da Ciência da Computação, em especial do Pensamento Computacional, essa é uma habilidade essencial e que muitas vezes é apresentada somente sob o ponto de vista da Ciência da Computação, por isso pretende-se expandir essa discussão nas próximas seções.

### 3.2 ABSTRAÇÃO NO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Ao definir Pensamento Computacional, Wing (2006) destaca que todos devem pensar como cientistas da computação e “Pensar como um cientista da computação significa mais do que ser capaz de programar um computador. Requer pensar em vários níveis de abstração” (WING, 2006, p.3). Assim como Wing (2006, 2010) destaca a importância da abstração dentro do Pensamento Computacional, autores como Yasar (2018), Yadav, Stephenson e Hong (2017), Shute et al (2017), Aho (2010), Grover e Pea (2013) também identificam a abstração como um dos principais elementos desse pensamento. As argumentações de Wing (2006, 2010) sobre a importância da abstração estão relacionadas ao seu uso dentro da Ciência da Computação e, como a abstração está presente nessa ciência?

De acordo com Frorer, Hazzan e Manes (1997) a abstração como ato de ignorar detalhes é uma parte explícita do currículo da Computação, ela é usada na organização, controle e complexidade dos programas. Um modelo computacional é considerado uma abstração matemática de um sistema computacional (AHO, 2010). Ou seja, é através da abstração que os dados de um problema são simplificados e representados e isso permite a sua manipulação de forma mais precisa, seja na construção de um modelo, na escrita de um programa ou análise de dados (KRAMER, 2007; RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020). Assim, Wing (2008) afirma que as abstrações são consideradas as ferramentas metais da computação e essas ferramentas têm seu poder amplificado pelas ferramentas metálicas.

A abstração é considerada um dos pilares do Pensamento Computacional, sendo possível identificar alguns aspectos associados a ela, como o da extração, já que o processo de abstração implica em decidir quais detalhes precisam ser destacados e quais podem ser ignorados (WING, 2006, 2014). A generalização é outro aspecto abordado, pois este é um mecanismo que auxilia na captura das propriedades comuns nos conjuntos de objetos (WING, 2014). De acordo com Ribeiro Foss e Cavalheiro (2020) ainda se identifica aspectos como abstrações para representar informações, abstrações para descrever algoritmos e técnicas para construir algoritmos.

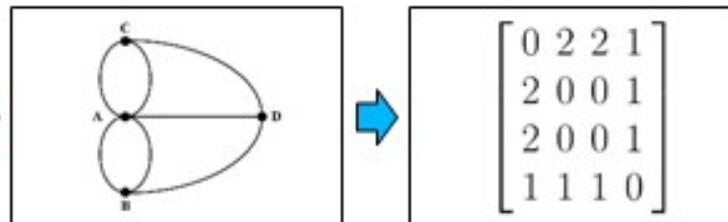
As abstrações usadas para representar as informações precisam ser adequadas para os diversos tipos de dados que podem estar contidos nos algoritmos. Os dados podem ser números, palavras e, nesse caso, conhecimentos já adquiridos em matemática e português podem ser utilizados. Já quando os dados são pilhas de provas, um mapa, entre outros será necessário criar uma representação adequada para eles que permita acessar suas informações correspondentes. Para descrever um algoritmo que representa uma rota em um mapa, por exemplo, é necessário que esse mapa seja visto como um conjunto de cidades ligadas por estradas. Conforme expresso pela figura 5, que representa o problema das sete pontes de Königsberg.

Figura 5: Pontes de Königsberg<sup>11</sup>

Fonte: Bortolossi, 2020

Na imagem há um rio com duas margens, representadas por B e C. No rio existem duas ilhas, representadas por A e D. As ilhas estão ligadas entre si e às margens através de pontes. Uma abstração mais precisa dos possíveis caminhos a serem traçados pode ser feita através de grafos e posteriormente representados por uma matriz, permitindo repassar os dados para o computador. Através dessa representação abstrata é possível criar algoritmos que modelem o problema, otimizando possíveis soluções. A figura 6 apresenta o modelo de grafo com sua respectiva matriz de adjacência.

Figura 6: Grafo e matriz de adjacência



Fonte: Bortolossi, 2020

A partir das representações corretas é possível usar abstrações para escrever algoritmos, ou seja, descrever as soluções através de uma linguagem. No caso de um computador existem instruções básicas, caso não existam é necessário usar

<sup>11</sup> O problema é baseado na cidade de Königsberg (Kaliningrado) que é cortada por um rio que contém duas ilhas e sete pontes que ligam as ilhas as margens e entre si. “O problema das sete pontes de Königsberg consiste em achar um caminho, ao longo do qual um pedestre, partindo de uma das margens ou de qualquer das ilhas, percorra todas as pontes, sem passar mais de uma vez por qualquer uma delas” (LIMA, 1988). Na busca por uma solução para esse problema Leonhard Euler deu origem a teoria dos grafos, permitindo-o afirmar que seria impossível fazer o percurso seguindo as regras impostas. Uma discussão sobre esse problema, embasada na Teoria dos Grafos, pode ser consultada em <https://www.rpm.org.br/cdrpm/12/10.htm>.

operações (composição, escolha, repetição) para combinar instruções e assim executar os procedimentos desejados. Porém, destaca-se que dependendo da representação escolhida, o sujeito é levado a caminhos diferentes para tratar o problema variando o seu nível de complexidade e a área de conhecimento que estará em maior evidência para a sua solução, sendo ela computacional ou talvez mais matemática. Esses fatores estão diretamente relacionados com as experiências anteriores do sujeito e suas estruturas cognitivas, conforme já apontado.

Além dos aspectos anteriores da abstração, do ponto de vista do Pensamento Computacional, são necessárias técnicas para escrever os algoritmos que permitem percorrer o caminho do enunciado à solução do problema com mais facilidade. Essas técnicas também exigem abstrações do sujeito. Entre elas podemos destacar: decomposição (decompor o problema em partes e definir interfaces de cada subproblema), generalização (reutilizar e adaptar algoritmos) e transformação (utilizar uma solução para outros problemas através de transformações como reuso, refinamento, evolução, redução, ...)

Os exemplos acima demonstram que a abstração tratada na computação também está relacionada aos aspectos descritos por Frorer, Hazzan e Manes (1997), Kramer (2007) e Cetin e Dubinsky (2017) apresentados no início deste capítulo. Dependendo do nível de construção computacional, pode-se envolver processos abstratos diferentes em relação ao uso das ferramentas, mas também quanto aos aspectos cognitivos dos sujeitos. Porém, existem práticas relacionadas ao Pensamento Computacional e ao ensino de programação que priorizam apenas o algoritmo, ou resoluções mecanizadas com foco no produto final atribuindo um sentido mais operacional, desconsiderando possíveis construções dos sujeitos durante essa elaboração e reduzindo o pensamento a um determinado padrão já estabelecido (WING, 2008; GAUTAM; BORTZ; TATAR, 2019; TURKLE; PAPERT, 1990). Ampliando o campo de visão, esta tese se apoia em mais aspectos da abstração, sob o enfoque de Papert (1985) que ao apresentar as possibilidades do pensamento por procedimentos agrega a essa abstração um sentido piagetiano, observando os efeitos e contribuições que esse tipo de pensamento pode trazer para o modo de pensar dos sujeitos (ROCHA, BASSO; NOTARE, 2020).

Wing (2016), que tem formação específica em Ciência da Computação, levanta questionamentos sobre a inserção do Pensamento Computacional e a necessidade de uma discussão sobre o tema. A autora questiona sobre quais conceitos devem ser

ensinados e quando, além de reconhecer que existem pesquisas que precisam ser ampliadas com foco nas ciências cognitivas e sobre a aprendizagem. Ela destaca que “precisamos entender a melhor forma de usar a tecnologia da computação na sala de aula. Jogar computadores na sala de aula não é a maneira mais eficaz de ensinar conceitos de ciência da computação” (WING, 2016, p.11).

Aharoni (2000) argumenta em sua pesquisa sobre a necessidade de ampliar estudos sobre processos cognitivos na Ciência da Computação. O autor identificou diferentes níveis de pensamento dos alunos de Ciência da Computação enquanto trabalham com estruturas de dados. Segundo ele, esses níveis variam de acordo com os níveis de abstração utilizados pelos alunos durante a resolução de problemas, tais níveis mostraram-se baixo e muito relacionados ao concreto, neste caso a uma linguagem de programação específica. Isso ocorre pela falta de experiências durante o curso que estimulem o pensamento abstrato nos alunos, que deve ser desenvolvido a partir de atividades que permitam maior exploração de estruturas de dados. Simonot, Homps e Bonnot (2012) também apontam as dificuldades dos estudantes com processos de abstração, destacando que isso ocorre devido ao foco principal estar no código e não no design do projeto. Os autores discutem a necessidade de um trabalho com abstrações vinculadas a outras áreas, em especial a matemática, para isso sugerem o uso de modelagem. Kramer (2007) também apresenta uma discussão sobre a importância da abstração para a Computação, que deve ser ensinado indiretamente e que a Matemática é uma boa opção para fazer essa relação, pois “[...]desenvolve a capacidade de raciocinar com precisão e analiticamente sobre estruturas abstratas formalmente definidas” (KRAMER, 2007, p.7).

Nota-se que existem pesquisas que têm como foco os processos cognitivos relacionados a abstração na Ciência da Computação, mas elas partem muito mais para o lado operacional do conceito observando técnicas computacionais que permitem a criação de modelos e programas cada vez mais elaborados. A discussão proposta por Aharoni (2000) e Cetin e Dubinsky (2017) vão além desse aspecto, possibilitando um olhar para questões cognitivas e de aprendizagem que podem ser desencadeadas com o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

### 3.3 ABSTRAÇÃO NA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET

A criação de modelos, sejam eles computacionais ou não, envolve processos cognitivos em que a abstração está diretamente relacionada, seja ela em uma forma mais técnica, seguindo caminhos pré-estabelecidos e conhecidos ou ainda aspectos que envolvem mais experiências mentais do sujeito. Independente dessa forma de abstração, acredita-se que durante esse caminho ocorre a construção de conceitos, que é fruto dessas experiências do sujeito em um ambiente em que ele é levado a experimentar, testar hipóteses, criar teorias. Nesse sentido, faz-se necessário compreender como ocorre esse processo de aprender para que o Pensamento Computacional contribua nessa trajetória.

Jean Piaget destaca que a inteligência não se dá pelo conhecimento do eu ou pelo conhecimento das coisas, mas pela interação. Inicialmente não existe diferenciação entre sujeito e objeto, porém é a ação do sujeito, através de processos de assimilação e acomodação, que produz aos poucos essa diferenciação (BECKER, 2012).

O sujeito é visto como centro de atividade, é dinâmico, toma iniciativa, age sob o objeto e a partir de suas ações é capaz de extrair novas informações que o levam a novas possibilidades. O objeto é tudo que não é o sujeito, podendo ser um aparato físico, um pensamento, um gesto, outra pessoa, porém o próprio sujeito, uma parte do seu corpo também pode, em algum momento, exercer o papel de objeto. O objeto está em oposição ao sujeito, ele não age diretamente, mas é assimilado pelo sujeito impactando-o. Assim, o ponto central da construção do conhecimento está nessa interação entre sujeito e objeto.

Considera-se, por exemplo, um sujeito, que pela primeira vez tem contato com um *software* de programação, que tem como objetivo “movimentar” um personagem aplicando valores de giros em graus. Seus primeiros atos mostram a sua característica como um ser ativo, buscando assimilar o *software* alterando os valores numéricos. Ele pode associar os giros ao seu esquema de ângulo, mesmo que não compreenda o que os valores inseridos ali produzem de efeito. Durante as experimentações de valores observa os respectivos efeitos gráficos, buscando uma adaptação ao seu esquema de ângulo. Ao final, quando passa, por exemplo, a inserir o valor de 90° com o intuito de que o personagem faça o movimento de um quarto de uma volta, estará

demonstrando que seu esquema inicial foi acomodado, modificado para atender às novas situações que lhe foram apresentadas pelo programa (ROCHA, 2017).

O exemplo acima mostra como a ação vai transformando sujeito e objeto. Ao agir o sujeito abstrai características do objeto, mas também das suas próprias ações e das coordenações de suas ações e, a partir das apropriações que faz da própria ação, vai ajustando e transformando seus esquemas e estruturas melhorando sua capacidade de assimilação.

Um esquema, para Piaget, representa “aquilo que é generalizável numa determinada ação” (CHIAROTTINO, 2005, p. 18). Ele organiza as condutas cognitivas, é um instrumento de assimilação. Os esquemas permitem que o sujeito faça assimilações, durante o processo de incorporação do objeto às suas estruturas, neste processo não há mudança de pensamento. Diante das necessidades e desejos do sujeito é necessário que os esquemas de assimilação sejam ajustados a uma situação particular, ocorrendo nesse processo mudanças nas formas de pensar e agir do sujeito (BECKER, 2012; BRINGUIER, 1993). Esse processo de transformação é chamado por Piaget de acomodação. A assimilação e a acomodação são processos indissociáveis que quando estão em equilíbrio indicam uma adaptação.

O equilíbrio cognitivo, para Piaget ([1977],1995, p. 282), “não é um estado de inatividade”. O equilíbrio cognitivo não está relacionado com equilíbrio mecânico (obtido por balanço de forças opostas) ou com equilíbrio termodinâmico (estado de repouso devido a destruição de estruturas), mas está relacionado a estabilidade de um organismo vivo. Neste sentido, equilíbrio cognitivo representa um sistema aberto, onde há constantes trocas e são elas que mantêm o sistema em funcionamento. Piaget defende que esse movimento ocorre em espiral já que o sujeito assimila o objeto, transformando-o diante dos seus esquemas de assimilação. Essa assimilação ocorre por abstração empírica (retirando características observáveis dos objetos) e pela coordenação de ações, retiradas por abstração reflexionante. Diante dessas informações o sujeito se transforma adaptando seus esquemas e estruturas ou cria novos. Esse processo o leva a uma acomodação, criando um novo patamar de equilíbrio que lhe permite assimilar conceitos mais elaborados, entrando em um processo espiral sem fim (BECKER, 2012).

De acordo com Piaget ([1977],1995), o equilíbrio perfeito nunca é atingido totalmente, é conseguido, mas nem sempre, em matemática pura. No plano do pensamento natural, o sujeito encontra-se em constantes desequilíbrios causados

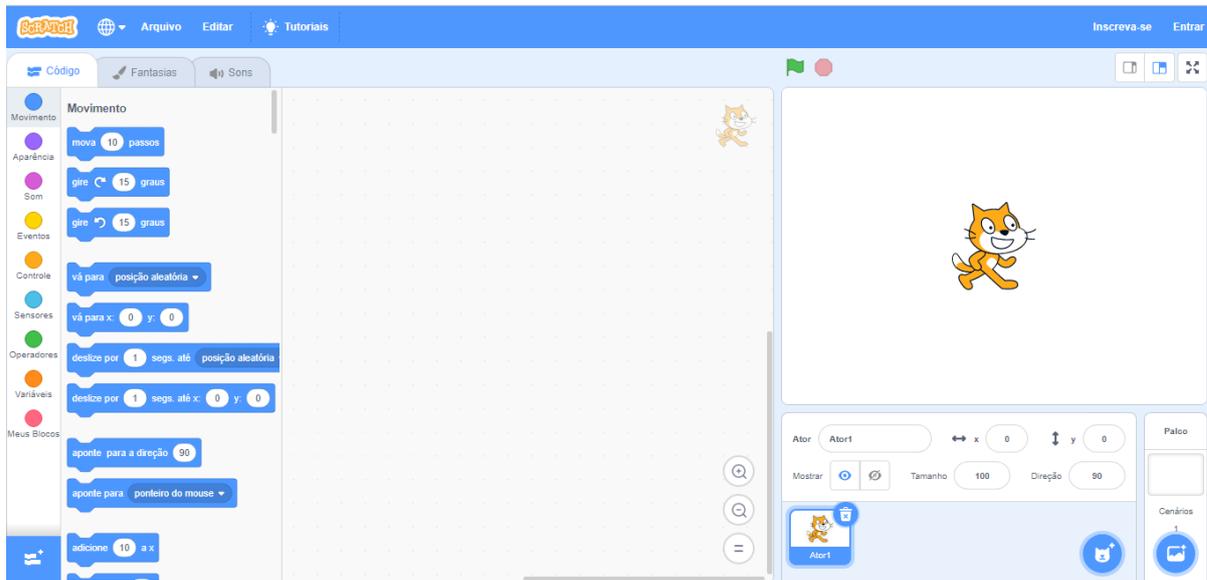
por: conflitos entre sujeito e objeto, por acomodações insuficientes; conflitos entre subsistemas, por falhas de coordenações e conflitos por desequilíbrio entre diferenciação e integração. Uma fonte de desequilíbrio constate é o atraso das negações em relação às afirmações, que vem de uma falta de compensações.

A teoria de Piaget foi se atualizando com suas pesquisas e lhe permitiram chegar à conceituação da abstração, que não nega o processo de equilíbrio, mas o envolve nas novas descobertas. Assim, a abstração reflexionante permite a constatação de novidades que desencadeiam processos de desequilíbrio e equilíbrio levando a atingir regulagens perfeitas que constituem as operações.

A abstração representa um processo que só ocorre em virtude dos esquemas de assimilação que o sujeito possui, observando não só o que ele consegue retirar dos objetos, mas todos os esquemas que já foram construídos anteriormente e que lhe permitem realizar essas abstrações (BECKER, 2012). Piaget define que existem basicamente dois tipos de abstração: a abstração empírica e a abstração reflexionante.

A abstração empírica “se apoia sobre objetos físicos ou sobre os aspectos materiais da própria ação, tais como movimentos, empurrões, etc.” (PIAGET, [1977], 1995, p.5). Piaget destaca que as abstrações que o sujeito faz do objeto e de suas propriedades como sua cor e forma, são realizados através de instrumentos de assimilação, fruto de esquemas construídos anteriormente. Esses esquemas permitem captar dados externos dos objetos. Observa-se, por exemplo, a tela inicial do *software* Scratch, apresentada na figura 7. Um primeiro contato com o *software* por um sujeito que já tem uma certa compreensão de programação pode lhe provocar abstrações empíricas no momento que clica sobre as diferentes abas à esquerda e identifica os blocos disponíveis em cada uma delas. Neste caso, as abstrações do sujeito dizem respeito apenas à manipulação do *software* identificando onde estão suas funções.

Figura 7: Tela inicial do Scratch

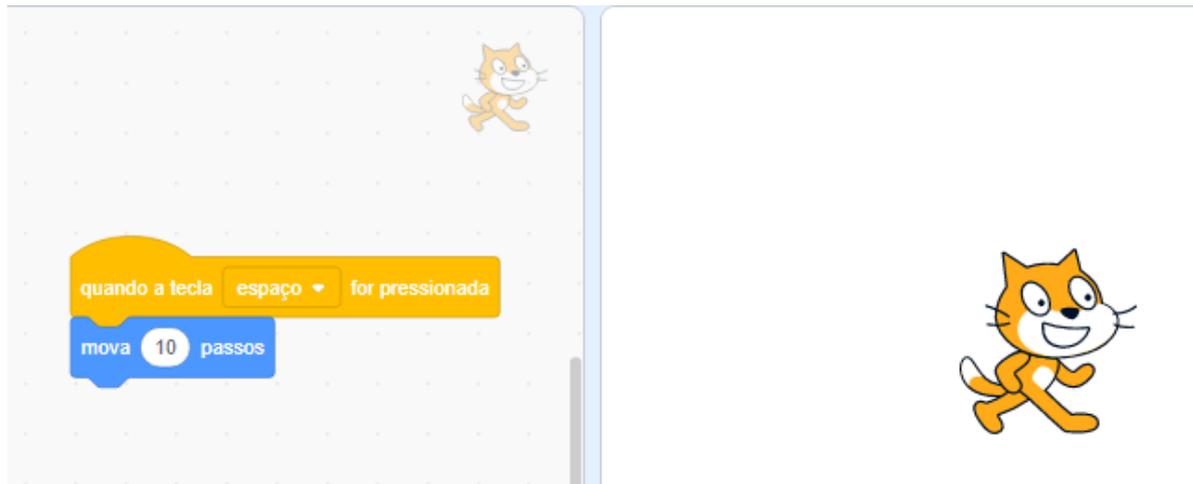


Fonte: Elaboração própria

O conceito de abstração empírica de Piaget está relacionado ao conceito clássico de abstração em filosofia e psicologia. Essa abstração retira da realidade um novo conhecimento e por isso Piaget a minimiza diante de toda a teoria da construção do conhecimento. Isso não significa que a abstração empírica não seja importante, ela fornece conteúdo de conhecimento, permitindo que o sujeito faça observações, e ao utilizá-la, estão em jogo conhecimentos retirados de abstrações reflexionantes anteriores (MONTANGERO; NAVILLE, 1998).

Voltando ao exemplo do Scratch, um sujeito que não possui experiências com o *software* pode explorá-lo a partir de sucessivas abstrações empíricas. O movimento do ator no palco, por exemplo, pode ser explorado pelo comando apresentado pela figura 8.

Figura 8: Bloco de movimento



Fonte: Elaboração própria

Os blocos a esquerda indicam que cada vez que a tecla espaço for pressionada o ator “gato” se movimenta 10 passos para a direita. Algumas possíveis abstrações empíricas desse comando poderiam ser expressas por:

- o ator se movimenta para a esquerda a cada pressão da tecla;
- o movimento tem um limite que é a borda do palco;
- não é possível, com os comandos realizados, fazer o ator voltar ao ponto inicial;
- o desencaixe dos blocos “quando a tecla espaço for pressionada” e “mova 10 passos” faz com que a pressão da tecla espaço não implique mais em movimentar o ator.

Todas essas abstrações estão baseadas apenas nos observáveis do objeto, neste caso, no programa criado. Porém, abstrações mais elevadas podem ser realizadas, considerando características não observáveis dos objetos, fruto das atividades cognitivas do sujeito (esquemas, coordenações, operações, estruturas, ...) que são retiradas e utilizadas em outros problemas, situações, adaptações. Neste caso, estaria em ação a abstração reflexionante. A abstração reflexionante “[...]apoia-se sobre as coordenações das ações do sujeito, podendo estas coordenações, e o próprio processo reflexionante, permanecer inconscientes, ou dar lugar a tomadas de consciência e conceituações variadas” (PIAGET, [1977],1995, p.274).

Um caso particular de abstração reflexionante é a abstração pseudoempírica. Nessa abstração a propriedade abstraída não é do objeto, o sujeito modifica o objeto pela sua ação enriquecendo-o de propriedades que são retiradas das suas coordenações. Voltando ao exemplo anterior da figura 8, o sujeito ao observar o movimento do ator, provocado pelos comandos agrupados, poderia extrair de suas atividades cognitivas anteriores que alterando o valor 10 para -10 no comando “mova 10 passos” implicaria em um movimento de 10 passos para a esquerda, visto que -10 corresponde ao simétrico de 10 e gera um movimento oposto. O exemplo descrito aqui demonstra o objeto sendo enriquecido pelas propriedades que o sujeito é capaz de introduzir de acordo com o nível de suas coordenações anteriores, portanto uma abstração pseudoempírica.

Ao definir a abstração reflexionante, Piaget apresenta que ela envolve dois sentidos complementares: o reflexionamento que é a projeção sobre um patamar mais elevado que foi retirado de um inferior; e a reflexão um ato mental que envolve a reconstrução e reorganização sobre o patamar superior que foi transferido de um inferior (BECKER, 2012).

Piaget identificou a existência de alguns patamares gerais de reflexionamento, a partir de suas observações. Um primeiro patamar e mais elementar é o movimento que conduz as ações a um início de conceitualização. Por exemplo, no programa apresentado na figura 9 o sujeito identifica conscientemente, sem a necessidade de testar, o próximo bloco a ser colocado na sequência de comandos que tem como objetivo fazer com que o ator reproduza na tela um quadrado.

Figura 9: Parte do código do quadrado



Fonte Elaboração própria

O segundo patamar é o da reconstituição das ações, quando o sujeito faz uma representação do todo coordenado. Voltando ao exemplo da figura 9, o sujeito identifica a possibilidade de utilizar um bloco de repetição para a sequência de comandos ao invés de repeti-los quatro vezes. O terceiro patamar está relacionado as comparações, demonstrando que faz relações de comparações com situações semelhantes ou diferentes. Neste caso poderia, por exemplo, comparar a construção já realizada na figura 9 com a construção do retângulo. Quando o reflexionamento, através das comparações, deixa evidente essas estruturas comuns ou não comuns, novos e infinitos patamares de reflexionamento vão surgindo. Esses novos patamares se destacam por uma característica, a reflexão sobre as reflexões anteriores, atingindo graus de metareflexão ou de pensamento reflexivo. Desta forma, o que antes estava em um patamar inferior e servia como instrumento a serviço do pensamento agora se torna um objeto de pensamento (PIAGET, [1977], 1995).

Independentemente do nível inicial de abstração do sujeito, algum conteúdo é retirado de um patamar inferior e projetado para um superior. Esse novo conteúdo é reorganizado, a partir das novidades vindas do patamar inferior, produzindo uma nova construção. Essa nova construção pode ser transferida para um patamar ainda mais elevando, levando a construção de um patamar mais complexo e assim sucessivamente (BECKER, 2012). A transposição entre essas estruturas de um patamar inferior a um superior de reflexionamento é fonte de múltiplos desequilíbrios surgindo a necessidade de novas acomodações e assimilações.

O resultado de uma abstração reflexionante que se tornou consciente para o sujeito é uma abstração refletida, ou seja, a tomada de consciência. As abstrações refletidas podem ser encontradas nos diferentes patamares de reflexionamento, dando lugar a novas reflexões. Diante das experiências, o pensamento do sujeito torna-se cada vez mais reflexivo, permitindo formas superiores de abstração refletida, em que as reflexões se apoiam cada vez mais em reflexões anteriores.

A generalização ocorre em todos os processos de abstração. A generalização e a abstração possuem uma relação circular em que uma implica na outra. Nas abstrações empíricas o grau de generalização está relacionado às características extraídas do objeto, é “indutiva e desprovida de necessidade” (PIAGET, [1977], 1995, p.59). Já “[...]o resultado de uma abstração reflexionante é sempre uma generalização[...]” (PIAGET, [1977], 1995, p.59), permitindo que novas propriedades

sejam inseridas em novos objetos. Isso ocorre porque as reorganizações permitem a construção de novos conteúdos.

Piaget destaca que as abstrações empíricas e reflexionantes existem em todos os níveis de desenvolvimento, até mesmo nos mais elevados pensamentos científicos. Nos estádios iniciais de desenvolvimento as abstrações empíricas são em maior número que as reflexionantes. Nos estádios superiores a proporção vai se invertendo, tornando as abstrações reflexionantes cada vez mais presentes. Apesar dessa constante evolução das abstrações os níveis mais elevados de abstração reflexionante estão associados a um pensamento formal superior que nem sempre é atingido por todos os sujeitos, visto que isso depende da continuidade dos processos. Corroborando com essa ideia, Nasser (2013) identifica que alunos ingressantes no ensino superior nem sempre desenvolveram um pensamento matemático avançado, já que isso envolve “construir entidades abstratas, por meio de deduções a partir de definições formais” (NASSER, 2013, p.892), ou seja, envolve reconstruções cognitivas em que abstrações reflexionantes estão no centro do processo. A autora argumenta a necessidade de desenvolver habilidades de abstração desde os anos iniciais do ensino, pois tais habilidades vão sendo construídas cognitivamente. E, essas construções elaboradas a partir de abstrações reflexionantes são a base do pensamento matemático avançado.

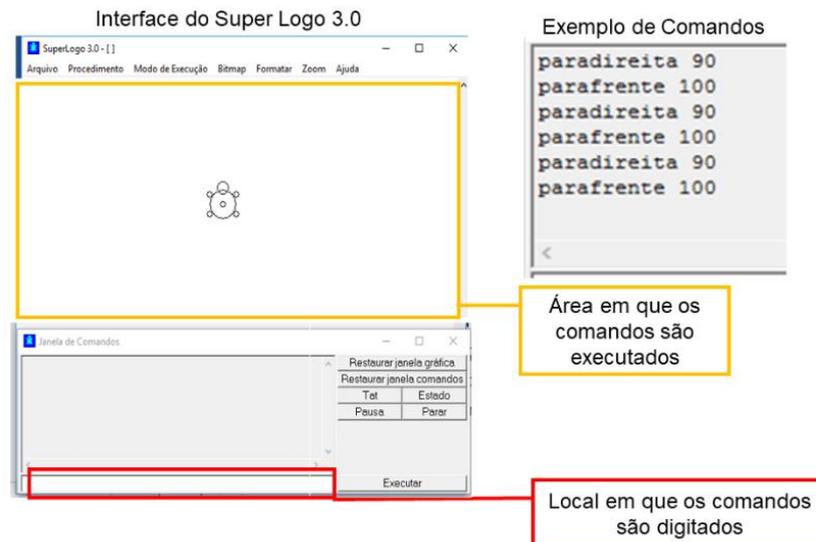
Observando as definições de abstração apresentadas nas seções anteriores pode-se identificar que o termo usado por Wing (2006), em Piaget ([1977], 1995), pode contemplar processos de abstração empírica, pseudoempírica e reflexionante. Embora a abstração, dentro do conceito do Pensamento Computacional, está basicamente direcionada a diversas técnicas que implicam na extração/seleção de dados relevantes para a resolução de um problema é possível identificar que essas ações também exigem do sujeito diferentes patamares de reflexionamento. Wing menciona em seus artigos (WING, 2006, 2010, 2014) que alguns benefícios podem ocorrer, mas não deixa claro como o Pensamento Computacional e conseqüentemente as sucessivas abstrações realizadas em processos computacionais poderiam contribuir para a aprendizagem. As abstrações reflexionantes desencadeadas por processos computacionais que podem contribuir para tomadas de consciência estão no centro desta tese. Os processos computacionais são considerados nesse estudo sob a perspectiva dos objetos-de-pensar-com de Papert que será apresentada na próxima seção.

### 3.4 OBJETOS-DE-PENSAR-COM COMO UM SUPORTE À ABSTRAÇÃO

No final da década de 60 Seymour Papert e sua equipe do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) criaram o LOGO, uma linguagem de programação pensada para crianças com o intuito de que elas pudessem aprender a programar de forma mais simples, de acordo com sua realidade. Além de criar a linguagem, Papert traz uma reflexão a respeito dos efeitos do LOGO e os impactos que a tecnologia computacional pode trazer para as crianças, criando “novas possibilidades de aprender, pensar e crescer tanto emocional como cognitivamente” (PAPERT, 1985, p. 34).

O LOGO utiliza a “Geometria da Tartaruga<sup>12</sup>” que Papert (1985, p.77) define como um “estilo computacional de geometria” em que uma tartaruga executa os programas criados. A tartaruga LOGO, assim como o ator (*sprite*) do Scratch, é dinâmica, tem posição e orientação e isso precisa ser considerado durante a sua movimentação pelo espaço, tornando seus movimentos semelhantes aos movimentos de uma pessoa. Nesse sentido, ao programar a tartaruga, o sujeito é levado a pensar sobre seus próprios movimentos. Abaixo apresenta-se na figura 10 a interface de uma das versões do LOGO e os comandos necessários para a execução de um quadrado.

Figura 10: Interface Super Logo 3.0



Fonte: Rocha (2007, p. 49)

<sup>12</sup> Apesar da linguagem LOGO contemplar muitos elementos matemáticos ela não determina um trabalho que envolva exclusivamente a Matemática. É possível criar micromundos de diferentes áreas de acordo com o projeto desenvolvido.

Observando os comandos, nota-se que nesse ambiente, para desenhar um quadrado, por exemplo, o sujeito precisa pensar em procedimentos que façam com que a tartaruga se mova pela tela como se estivesse contornando um quadrado, ou seja, é necessário pensar sobre o objeto em si e não sobre sua definição matemática propriamente dita (PAPERT, 1985). Enquanto o sujeito programa o computador, ou seja, “ensina o computador” a realizar a sequência de ações, ele explora a forma como pensa, o que o torna um epistemólogo, ampliando o poder de reflexão sobre o seu próprio pensamento, desencadeando abstrações. Neste sentido, a tartaruga torna-se um “objeto-de-pensar-com”, um instrumento de pensamento que é fruto de uma interseção de presença cultural, conhecimento implícito e identificação pessoal (PAPERT, 1985).

Ao usar a expressão “objeto-de-pensar-com” Papert não se refere a qualquer objeto, a um objeto de uma área específica ou a um *software* de desenho simples que apenas reproduz figuras na tela com um clique. O autor faz referência a um objeto que é um “objeto de pensamento”, que o sujeito utiliza para investigar conceitos implícitos, analisar situações, fazer hipóteses e testá-las auxiliando em seus processos de abstração. Desta forma, os objetos-de-pensar-com tornam-se instrumentos que o sujeito se apropria para auxiliá-lo a refletir sobre diferentes conceitos (PAPERT, 1985).

Atribuir ao computador a função de objeto-de-pensar-com é explorar ao máximo suas potencialidades para que o sujeito possa exteriorizar, diversificar e ampliar seus pensamentos (GRAVINA; BASSO, 2012). Nesse sentido, Turkle e Papert (1990) afirmam que o computador com todos os seus recursos tem a vocação de tornar concreto o abstrato, abrindo caminhos para as pessoas se relacionarem com os conceitos através de movimentos, observações, experimentações e manipulações. Assim, usar o computador como um objeto-de-pensar-com permite que o sujeito trabalhe conceitos abstratos de forma concreta, ampliando as possibilidades de pensamento (TURKLE; PAPERT, 1990; PAPERT, 1985).

Ativar essa forma de pensar contribui para que o sujeito utilize um estilo de raciocínio que lhe permite se imaginar “dentro do sistema” (PAPERT, [1993], 2008) proporcionando uma experiência tátil e concreta, em que as abstrações são o

combustível para potencializar o concreto. Isso expressa a ideia de *bricolagem*<sup>13</sup> trazida por Papert e Turkle (1990), um estilo de organização de trabalho em que seus objetivos são atingidos a partir de uma experiência colaborativa com o computador. Nesse sentido, o termo faz referência as possibilidades do sujeito em usar seu arsenal de ferramentas mentais, construído em seus processos de abstração. Essas ferramentas mentais mencionadas por Papert constituem os esquemas gerais de ação propostos por Piaget e que são fruto de experiências anteriores.

Ampliando a discussão dos “objetos-de-pensar-com” Shaffer e Clinton (2006) trazem a expressão “ferramentaparapensamentos (*toolforthoughts*)”, propondo mudar o campo de visão estritamente focado no sujeito ou na ferramenta para dar atenção ao sujeito e ao objeto como agentes ativos, que estão em um processo em que simultaneamente agem e mediam as ações um do outro. A junção das palavras para criar a expressão simbolizam mais do que a soma do conceito de ferramenta com o conceito de pensamento, “ferramentaparapensamentos” é “a coconstrução reflexiva de ambos os conceitos” (SHAFER; CLINTON, 2006, p.291).

Shaffer e Clinton (2006) argumentam que em diferentes épocas do desenvolvimento da humanidade novas culturas foram surgindo de acordo com a evolução dos gestos, da fala e da escrita, e, atualmente, o mundo vive uma cultura virtual, em que se tem a disposição mídias digitais, sistemas de armazenamento e veiculação de informações, simulação e modelagem. Essa nova cultura traz para a educação o desafio de refletir sobre “como pensamos sobre o próprio pensamento”. (SHAFER; CLINTON, 2006, p.284). Dentro dessa perspectiva, aprender significa realizar determinada atividade em colaboração com tipos específicos de ferramentasparapensamentos. Por isso, a importância dada pelos autores às ações e as novas possibilidades que são possíveis através de “ferramentasparapensamentos” (SHAFER; CLINTON, 2006).

As expressões “ferramentasparapensamentos” de Shaffer e Clinton (2006) e os “objetos-de-pensar-com” de Papert (1985) referem-se a um mesmo olhar para como as tecnologias digitais se integram ao pensamento do sujeito ampliando seu poder de

---

<sup>13</sup> O termo *bricolagem* não tem tradução e foi retirado do livro *The savage mind* (O pensamento selvagem) de Lévi-Strauss, publicado em 1966. No livro o autor utiliza o termo para mencionar como as sociedades primitivas faziam a “ciência do concreto”, diferentemente da “ciência analítica” empregada usualmente. Bricolagem faz referência a ação de uma pessoa que faz reparos, que mesmo que não tenha todas as ferramentas disponíveis em sua sacola improvisa com as que tem (PAPERT, [1993], 2008).

reflexão. Essa visão do sujeito “com” a tecnologia não propõe uma mecanização do pensamento, mas um empoderamento a partir da mudança no modo de pensar e agir, que só é possível em uma cultura virtual em que de fato os computadores sirvam “[...] às crianças como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios para realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias” (PAPERT, [1993], 2008, p.158).

Os objetos-de-pensar-com implicam também em uma visão de escola diferente do que tradicionalmente é apresentado. Neste caso, a escola precisa ser um espaço que valoriza a aprendizagem natural, em um ambiente real ou em um micromundo, em que é possível criar, experimentar hipóteses, testar teorias, oportunizando uma aprendizagem em que o sujeito possa se envolver “tateando” as situações. Assim, aprender está ligado a um processo construtivo, em que o sujeito é ativo e responsável. Para que isso ocorra é necessário um engajamento pessoal e social do sujeito na construção de um artefato (produto), durante essa construção o objetivo não é o produto final, mas todo o processo, destacando as construções e reelaborações mentais provocadas pelas abstrações que emergem com o experimento ou que são aproveitadas de outros.

Dentro dessa perspectiva, Papert (1985) preocupa-se com o exame mais minucioso das construções mentais, que são aprimoradas pelas ideias e modelos que surgem em atividades de bricolagem. O autor amplia a ideia de objeto proposta por Piaget ([1977], 1995), incluindo a tecnologia como um potente “objeto de pensamento” que deve estar presente no processo de desenvolvimento do sujeito.

Os resultados de Dubinsky (2002) complementam a proposta de Papert sobre as possibilidades oferecidas pelo computador como um objeto-de-pensar-com. Ao estudar sobre o papel da abstração reflexionante em pensamento matemático avançado, o autor propõe que o computador tem um grande potencial, pois cria representações concretas para objetos matemáticos em que não existem representações físicas, permitindo assim que possam ser realizadas experimentações que servem de base para elaborações abstratas (DUBINSKY, 2002).

É nesse sentido que Papert (1985) traz o termo Pensamento Computacional, relacionando-o com as habilidades mentais desenvolvidas nos processos de programação. Ao programar a tartaruga do LOGO o sujeito usa uma linguagem computacional para se comunicar com o computador, criando modelos computacionais capazes de tornar concreto conceitos abstratos. Ao escrever um

procedimento, as intuições tornam-se mais evidentes e os conceitos abstratos ganham vida, desta forma, o autor reconhece como os computadores “[...]podem afetar a maneira das pessoas pensarem e aprenderem” (PAPERT, 1985, p.15), porém isso não se garante apenas com a sua inclusão no ensino, ou no uso de ferramentas de programação. É preciso que ele seja utilizado como um objeto-se-pensar-com, o que, na visão dessa tese, dá sentido ao termo Pensamento Computacional.

Pensar computacionalmente não é um pensamento exclusivo da computação, como já foi discutido no capítulo anterior por autores como Wing (2006, 2010), Barr e Stephenson (2011), Brackmann (2017) entre outros, ele é um pensamento que pode ser usado por todos e nas diversas áreas do conhecimento para ampliar as capacidades mentais dos sujeitos. Nesta tese não se tem como objetivo criar uma lista de competências e/ou habilidades relacionadas a esse pensamento, mas se pretende discutir como a computação e elementos relacionados a essa área podem servir como um objeto-de-pensar-com, ampliando o poder de reflexão do sujeito.

Desta forma, evidencia-se os objetos-de-pensar-com e sua contribuição em processos de abstração reflexionante durante a resolução de problemas investigativos. Uma atividade investigativa apoia-se na concepção adotada por Bona (2021, 2022) que contempla as ideias de Ponte, Brocardo e Oliveira (2006), entendendo que um ato investigativo se constitui pela compreensão e busca de soluções para uma situação. E, aliar esse ato com os objetos-de-pensar-com potencializa o processo.

O termo abstração discutido desde o início deste capítulo demonstra que existem várias interpretações que vão desde a simples extração de alguma característica física de um objeto (abstração empírica para Piaget, abstração como extração/ignorar detalhes para Frorer et al (1997) e Kramer(2007) num sentido mais geral) a um processo que envolve mais elaborações do sujeito, incluindo seus aspectos cognitivos e que permitem processos de reflexão cada vez mais elevados. Esse último aspecto da abstração a coloca muito além de uma simples técnica, mas de um processo de pensamento em que está em jogo estruturas cognitivas já construídas e que darão suporte a outras construções. É nesse ponto que está incluído o objetivo central desta pesquisa, em que o Pensamento Computacional está além da escrita de um programa, mas como a computação e seus elementos podem servir como um objeto-de-pensar-com para dar suporte a processos de abstração reflexionante, independente do estágio de desenvolvimento cognitivo do sujeito (ROCHA;BASSO, 2021).

#### 4 PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO UM OBJETO-DE-PENSAR-COM NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Formar professores dentro da perspectiva de Pensamento Computacional proposta nessa tese está além de um treinamento sobre o uso de uma ferramenta, inclui identificar e utilizar o Pensamento Computacional como um objeto-de-pensar-com que potencializa o processo de construção do conhecimento. Essa perspectiva de inclusão do Pensamento Computacional na escola também é reforçada por diSessa (2018), Li et al (2020) e exige uma formação de professores que os auxilie em sua prática. Yadav, Stephenson e Hong (2017) ressaltam a importância do desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional nos professores dentro de sua área de atuação, para que depois eles possam desenvolver essas competências com seus alunos. Assim, durante o processo de formação o professor precisa assumir o seu papel de aprendiz, envolvendo-se e experimentando algo que lhe seja prazeroso (YADAV; STEPHENSON; HONG, 2017; BARR; STEPHENSON, 2011; PAPERT, [1993], 2008).

Nesse sentido, a formação promove um aprendizado de “forma suja”, como sugere Papert ([1993], 2008, p.131), em que o professor se envolve emocionalmente e criativamente em um projeto significativo que o desafia na busca por soluções. Uma formação que considera isso, auxilia o professor a desenvolver suas ferramentas mentais, ao mesmo tempo em que ele experimenta conceitos da computação na prática, observando como eles podem se transformar em objetos-de-pensar-com na sua área. Além disso, permite que o docente, baseado em suas experiências pessoais, identifique possibilidades de uso da computação para auxiliar os estudantes em seus processos de abstração.

De acordo com Raabe, Zorzo e Blikstein (2020), as diferentes abordagens para a inclusão da computação na escola sugerem trabalhos distintos, mas todas têm como foco proporcionar aos estudantes a oportunidade de ampliar seus conhecimentos sobre as potencialidades do computador para resolver problemas. Cada uma dessas abordagens tem uma forma de ver a computação seja como um meio para construir artefatos, *softwares* e solucionar problemas ou como um fim, em que dominar seus conceitos é o principal aspecto considerado.

Existem abordagens que defendem a computação como uma disciplina e por isso necessitarão de um professor específico para lecionar computação e abordar

temas da área com maior profundidade, o que exigirá um profissional licenciado em computação. Há ainda aquelas que visam um ensino para o mercado de trabalho, o que exige um profissional com conhecimentos mais elevados da área, nesse caso um bacharel em computação. Papert ([1993], 2008) ao analisar a evolução da inclusão dos computadores na década de 80 nos EUA, argumenta que a estratégia de criar laboratórios de informática com um professor especializado em informática, foi um passo para a criação de um currículo para o computador, tornando-o um novo componente curricular a ser estudado, pois,

[...] em vez de mudar a ênfase de um currículo formal e impessoal para a exploração viva e empolgada por parte dos alunos, o computador passou a ser usado para reforçar o modo de ser da Escola. O que começara como um instrumento subversivo de mudança foi neutralizado pelo sistema, convertido em instrumento de consolidação. (PAPERT, ([1993], 2008, p.51).

Incluir o Pensamento Computacional e/ou a computação como mais um componente curricular poderá ser uma forma de reforçar os moldes escolares, entrando num processo de integrá-lo ao modelo de educação preexistente e segmentando ainda mais o conhecimento. Incorporar os elementos da computação sob essa perspectiva, vislumbra uma concepção de professor como técnico e isso exige uma formação que visa um treinamento, onde são transmitidas habilidades técnicas (PAPERT, ([1993], 2008). Em alguns casos, o foco principal dessa inclusão está em atender as demandas do mercado de trabalho (RAABE; ZORZO; BLIKSTEIN, 2020) e nem sempre considera o uso desses conceitos como um objeto de pensamento para ampliar a capacidade investigativa dos sujeitos.

A inserção dos profissionais da computação na escola pode estar alicerçada à perspectiva apontada por Yadav, Stephenson e Hong (2017) e Barr e Stephenson (2011) de que estes profissionais contribuam com seus conhecimentos, auxiliando com materiais, recursos computacionais, construção de modelos e pensando com os professores na articulação das diversas áreas com a computação. Assim, pode-se trazer um aspecto mais integrador das diferentes áreas, propondo investigações em que os recursos computacionais são aprendidos ao mesmo tempo em que servem de objeto-de-pensar-com na resolução de situações em diversos contextos.

Enquanto isso, as abordagens que apoiam a inserção da computação como tema transversal trazem a necessidade de incluir os conceitos da computação, modelagem e programação nos cursos de licenciatura, preparando o futuro docente

para desenvolver esses conceitos dentro da sua área de atuação (RAABE; ZORZO; BLIKSTEIN, 2020). Corroborando com as ideias de Yadav, Stephenson e Hong (2017), acredita-se que, para os professores que estão em formação inicial, esse tema precisa estar presente nas discussões de todo o seu currículo através de atividades práticas como aluno e como proposta de ação/reflexão no exercício da profissão. Nesse cenário encontram-se também os professores que já estão em atuação e que não possuem esse tipo de formação. É necessário discutir e promover cursos de formação continuada para esses profissionais, contemplando também o que já está previsto na legislação brasileira (BRASIL, 1996; 2015, 2020, 2022). A estrutura desta pesquisa encontra-se nesse ponto, propondo uma formação para professores de matemática que estão em exercício, oportunizando que eles utilizem a computação como um objeto-de-pensar-com durante a resolução de problemas investigativos.

Durante a elaboração da proposta dessa tese identificou-se a necessidade de observar como a legislação aborda a inclusão do Pensamento Computacional, em especial na formação de professores, com o intuito de identificar se os documentos oficiais consideram a sua inserção sob a perspectiva dos objetos-de-pensar-com. Nas próximas seções, observa-se esses documentos que estruturam o sistema atual de ensino das escolas brasileiras (BNCC), dos cursos de formação inicial para professores da Educação Básica (BNC-Formação), dos cursos de formação continuada para professores da Educação Básica (BNC – Formação Continuada), além do Projeto Pedagógico de Curso das licenciaturas em matemática.

#### 4.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

A BNCC rege os currículos da Educação Básica, porém ela também influencia os currículos de formação de professores. Nessa seção será apresentado um resumo sobre os principais pontos do documento que fazem referência ao Pensamento Computacional, fazendo ligação com a visão proposta nessa tese.

No Brasil, no final de 2015, foi aprovada a primeira versão da BNCC que define as aprendizagens essenciais dos estudantes em toda a Educação Básica. Esse documento normativo passou por diversas discussões e ajustes até que em dezembro de 2017 o Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou o parecer CNE/CP nº 15/2017 que definiu e fundamentou a Resolução CNE/CP nº 2/2017 de 22/12/2017, que institui e orienta a implementação da BNCC na Educação Básica para a Educação

Infantil e o Ensino Fundamental. A versão foi homologada no final de 2017 pelo Ministério da Educação e, no momento da defesa desta tese, é a versão que está em implementação nas redes de ensino.

A última versão da BNCC foi a única que apresentou o termo Pensamento Computacional, sendo este vinculado à área da Matemática. De acordo com o documento, o Pensamento Computacional tem estreita relação com o pensamento matemático e seu desenvolvimento está articulado à resolução de problemas, representação algébrica, escrita e resolução de algoritmos. Os conhecimentos computacionais expressos na etapa do Ensino Fundamental – anos finais da BNCC, estão relacionados, principalmente, a algoritmos e a expressão de fluxogramas para representar soluções matemáticas. Não existe uma menção sobre como esses conceitos podem contribuir nos processos cognitivos, desvinculando do tema desta tese.

A falta de uma definição precisa de Pensamento Computacional na BNCC e a supervalorização de escritas de algoritmos e elaboração de fluxogramas foi amplamente crítica pela SBC, através de uma “Nota Técnica” (SBC, 2018). A SBC já havia apresentado ao Ministério da Educação a sua proposta de inserção da computação em todos os níveis da Educação Básica e, na nota técnica, relata que nenhuma das suas sugestões estão presentes na versão da BNCC homologada no final de 2017. Além dos argumentos da SBC, entende-se que a falta da definição e essa listagem de elementos computacionais não traz clareza ao professor sobre suas possibilidades na aprendizagem, gerando mais um sentimento de sobrecarga nesse componente curricular.

A BNCC do Ensino Médio seguiu sendo discutida tendo como base o parecer CNE/CP nº15/2017 e a Resolução CNE/CP nº2/2017. Em dezembro de 2018 foi homologado o parecer CNE/CP nº 15/2018 que institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM) que está em vigor neste momento. Na última versão da BNCC-EM foi acrescentada a importância das tecnologias digitais e da computação, trazendo as dimensões: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. A BNCC-EM descreve que Pensamento Computacional envolve as “capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p.474). Novamente o Pensamento Computacional está atrelado ao ensino de Matemática (Matemática e suas

tecnologias) com ênfase em algoritmos e fluxogramas, associando a ele o uso de linguagens de programação, levando a uma visão da computação como algo mais mecânico e automatizado.

A discussão sobre a BNCC e o Pensamento Computacional ainda não está encerrada, existem diversas pesquisas sobre o tema e propostas de entidades de inserção da computação em todos os níveis de ensino, considerando como tema transversal ou uma área específica. Um novo capítulo a essa discussão foi acrescentado em 2021, de abril a maio deste ano o MEC propôs uma consulta pública sobre as “Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC”. As discussões do CNE contaram com a colaboração permanente da SBC, do CIEB, pesquisadores na área, além de entidades representantes de empresas de tecnologia e órgãos públicos de educação. O documento está alinhado às “Diretrizes de Ensino de Computação na Educação Básica” sugeridas pela SBC e inclui a Computação em todos os níveis da Educação Básica, separada em três eixos: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. Recentemente, setembro/2022, o CNE aprovou esse complemento à BNCC.

A aprovação do complemento à BNCC integra a computação ao currículo brasileiro. Embora a BNCC já apresentasse em todo o seu texto a inserção da tecnologia digital no ensino, esse complemento traz uma abordagem mais específica das competências e habilidades computacionais que devem compor os currículos. O documento apresenta uma visão mais integradora da computação, elencando seu uso nas diversas áreas do conhecimento como forma do sujeito interagir, se expressar, automatizar processos, representar informações no mundo em que as tecnologias digitais estão cada vez mais presentes.

As Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC apontam para a necessidade da formação de professores durante a sua formação inicial e para professores em exercício. Além disso, enfatiza os profissionais de Licenciatura em Computação, ou bacharéis em Computação com formação pedagógica, como essenciais para a articulação da computação com as demais áreas. A previsão de articulação pode indicar o caminho para um trabalho que traga a computação numa perspectiva mais integradora e que utilize seus elementos como um objeto-de-pensar-com, embora as normas não apontem claramente esse uso. Essa visão depende também das concepções do professor e da instituição de ensino que vão colocar o documento em prática.

O Pensamento Computacional é um eixo desse complemento e está presente em todas as etapas da educação básica. As habilidades relacionadas a ele estão direcionadas a programação, algoritmos, lógica computacional, decomposição de problemas, estratégias para solução de problemas e reconhecimento de padrões. Todo o documento é composto por uma série de exemplos que podem ser aplicados, dando um referencial de trabalho para o professor, aproximando-o de atividades já realizadas na escola, destacando que nem sempre é necessário utilizar um dispositivo eletrônico para o seu desenvolvimento. Novamente, essa listagem de conceitos não indica um trabalho que valorize a computação como um objeto de pensamento para auxiliar nos processos de abstração.

O complemento à BNCC deixa em aberto a forma como a computação deverá ser incluída: se como um componente curricular específico ou articulado aos já existentes. O ponto principal é que ela esteja presente nos currículos escolares em todas as etapas da Educação Básica, considerando as diversas dimensões da Computação e suas possíveis contribuições na formação do sujeito do século XXI.

#### 4.2 A BASE NACIONAL COMUM PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) foi instituída pela Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. A BNC-Formação define as competências gerais docentes, assim como as competências específicas e as habilidades correspondentes que devem ser implementadas em todas as modalidades dos cursos e programas de formação inicial de docentes. As competências e habilidades são fundamentais para que estes profissionais possam garantir as aprendizagens essenciais dos estudantes previstas pela BNCC.

A BNC-Formação descreve a estrutura dos cursos de licenciatura, cada curso deve estar organizado em três grupos:

- Grupo I – 800h - compreende a base comum: conhecimentos científicos, educacionais e pedagógicos;
- Grupo II – 1600h – compreende os conteúdos específicos das áreas e o domínio pedagógico desses conteúdos;

- Grupo III – 800h – para a prática pedagógica, sendo: 400h de estágio supervisionado e 400h para práticas dos componentes dos grupos I e II.

Ao detalhar as temáticas pertencentes ao grupo I, a BNC-Formação destaca que dentro da didática e seus fundamentos está a “compreensão básica dos fenômenos digitais e do **pensamento computacional**, bem como de suas implicações nos processos de ensino-aprendizagem na contemporaneidade” (BRASIL, 2019, p.6, grifo nosso).

Em todo o documento normativo a citação acima é a única em que o termo Pensamento Computacional está presente. No contexto do documento, o profissional deve compreender o que é Pensamento Computacional e como ele está presente no processo de ensino-aprendizagem. Ficam questionamentos sobre: qual dimensão de Pensamento Computacional o documento se refere? Como ele pode ser inserido nas diferentes áreas e níveis de ensino? Como a referência da BNC-Formação é a BNCC e nela o Pensamento Computacional está estritamente relacionado à Matemática, o termo estar presente aqui mostra uma desconexão e falta de clareza sobre o que de fato se entende e pretende com o Pensamento Computacional. Com o novo complemento à BNCC tem-se uma ideia mais clara do que se entende por Pensamento Computacional e se amplia sua área de atuação.

Outro ponto a destacar sobre esta citação na BNC-Formação é a “implicação no processo de ensino-aprendizagem”. Considerando novamente a referência da BNCC e do seu complemento, nota-se que a prática do Pensamento Computacional está relacionada a questões mais estruturais do pensamento da computação como algoritmos, elaboração de fluxogramas, linguagem de programação, lógica computacional, decomposição de problemas, estratégias para solução de problemas, reconhecimento de padrões. Os exemplos do complemento à BNCC mostram intervenções mais integradoras, apesar disso não há uma discussão sobre a influência e a potência deles quando utilizados como objetos-de-pensar-com para os processos de abstração do estudante.

No decorrer da BNC-Formação há outras referências que se pode identificar possíveis elementos computacionais que estão relacionadas ao Pensamento Computacional, na visão desta tese, mas que o próprio documento não faz esse vínculo. Abaixo apresenta-se algumas das competências docentes que têm relação com o Pensamento Computacional:

- pesquisar, investigar, refletir, realizar a análise crítica, usar a criatividade e buscar soluções tecnológicas para selecionar, organizar e planejar práticas pedagógicas desafiadoras, coerentes e significativas;
- utilizar diferentes linguagens – verbal, corporal, visual, sonora e digital – para se expressar e fazer com que o estudante amplie seu modelo de expressão ao compartilhar informações;
- compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens;
- desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BRASIL, 2019, p. 13)

O termo Pensamento Computacional tem somente uma ocorrência na BNC-Formação, mas pode-se visualizar, conforme destacado no trecho acima, algumas habilidades deste pensamento. Essas habilidades foram identificadas a partir da visão de Pensamento Computacional proposto nessa tese, considerando o uso desses elementos como um objeto-de-pensar-com, referência que não é feita pelo documento nem pela BNCC. Ao final identifica-se que a BNC-Formação não deixa claro o que entende por Pensamento Computacional e qual a sua relação com as diferentes áreas do conhecimento, já que esse documento é referência para todos os cursos de licenciatura.

#### 4.3 A BASE NACIONAL COMUM PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada) foi instituída pela Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020. A BNC-Formação Continuada é um documento que norteia todas as políticas e programas educacionais que visam o aprimoramento e o fortalecimento dos docentes da Educação Básica, portanto “[...] deve ser implementada em todas as modalidades dos cursos e programas destinados à formação continuada de Professores da Educação Básica” (BRASIL, 2020, p.2).

A BNC-Formação Continuada tem como referência a BNCC e a BNC-Formação, por isso considera as competências gerais docentes já apresentadas na BNC-Formação. Ela segue a mesma estrutura para definir as competências

específicas, agrupadas em três dimensões fundamentais que se integram e complementam: conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional. A partir dessas dimensões o documento lista as competências específicas e as habilidades de cada uma das dimensões.

Dentro das competências gerais, que são as mesmas já citadas na BNC-Formação, encontra-se elementos que podem estar associados às discussões propostas nessa tese com os objetos-de-pensa-com, esses elementos já foram destacados na seção anterior. Já as competências e habilidades do documento não fazem menção ao Pensamento Computacional e os objetos-de-pensar-com.

As competências e habilidades específicas da BNC-Formação Continuada ampliam as já apresentadas na BNC-Formação, considerando que o professor já domina os conceitos e práticas, sendo necessário atualizar-se para que possa qualificar seu trabalho com o estudante e manter seu aprendizado ao longo da vida. Dentro dessa atualização, considera-se que a formação precisa atuar dentro do contexto de atuação do professor, através de metodologias que lhe permitam um trabalho ativo, o que corrobora com a proposta de formação desta pesquisa.

Conforme já destacado, não há uma competência ou habilidade específica sobre Pensamento Computacional, mas identifica-se algumas que têm relação com a proposta do Pensamento Computacional como um objeto-de-pensar-com defendido nessa tese. Dentre essas destaca-se a:

- a compreensão da relação do conteúdo com outras áreas;
- o conhecimento de recursos tecnológicos que sejam capazes de auxiliar os alunos no envolvimento tanto emocional quanto cognitivamente em sua aprendizagem;
- realizar atividades que envolvem diferentes formas de expressão;
- planejar atividades que utilizem diferentes recursos e espaços considerando os diversos domínios cognitivos e dimensões do pensamento (BRASIL, 2020).

Assim, a BNC-Formação Continuada demonstra que as formações devem permitir que o professor reflita sobre o seu processo de aprendizagem e do estudante, utilizando diferentes recursos e espaços. O foco na aprendizagem e nos processos cognitivos que a compõem são competências que estão relacionadas a todas as áreas e tem relação direta com a proposta desta tese quando propõe que elementos da

computação podem servir de objetos-de-pensar-com para contribuir com os processos de abstração reflexionante.

#### 4.4 PROJETO PEDAGÓGICO DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DO RIO GRANDE DO SUL

O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) é o documento que rege o curso. Cada curso de uma Instituição de Ensino Superior deve ter o seu PPC. O documento é elaborado e atualizado de forma coletiva com a participação da comunidade acadêmica e atendendo às resoluções e pareceres em vigor publicadas pelo CNE, decretos federais e portarias do MEC.

Nessa seção serão analisados os PPCs do curso de Licenciatura em Matemática de Instituições de Ensino Superior. A proposta de análise se concentrou apenas nesse curso devido a prática dessa pesquisa estar focada em professores de Matemática. Considerando o universo das instituições optou-se por contemplar nesse estudo apenas universidades federais, fazendo um recorte regional, estabelecendo-se aquelas localizadas no Rio Grande do Sul. Diante desses critérios foram selecionadas as seguintes instituições: Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Universidade Federal de Pelotas (UFPeI), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

O objetivo dessa análise dos PPCs é identificar como as instituições apresentam o Pensamento Computacional em seus cursos e se o consideram em diferentes dimensões no trabalho com os licenciandos que fazem referência aos objetos-de-pensar-com: como alunos aprendendo com os recursos computacionais e como futuros professores ensinado e refletindo sobre a sua prática com o uso desses recursos. Conforme já identificado nessa tese, esse termo ainda é recente e a pouco foi incluído nos documentos oficiais do MEC, por isso se optou por um olhar mais atento à inserção da tecnologia nos PPCs, observando as dimensões que são desenvolvidas com os licenciandos.

Os PPCs foram retirados do site oficial de cada universidade, observando-se também o ano de sua reformulação. A resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de dezembro de 2019 que institui a BNC-Formação foi publicada em 10 de fevereiro de 2020 e, de acordo com a resolução, as Instituições de Ensino Superior têm o prazo de dois anos,

após a publicação da resolução, para a implementação. Já as instituições que implementaram o previsto na Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015 têm o prazo de três anos para a implementação. Os PPCs das instituições foram analisados entre fevereiro e março de 2022 e ainda não estavam reformulados dentro das especificações dessa resolução, por estarem dentro do prazo de implementação previstos.

A análise de cada PPC por instituição de ensino, que será apresentada nas próximas subseções, terá como base a seguinte estrutura:

- ano de reformulação do PPC;
- objetivos do Curso – foram observados os objetivos gerais e específicos do curso buscando identificar se eles contemplam a tecnologia;
- perfil do egresso – a partir do perfil descrito procurou-se identificar competências e habilidades relacionadas à tecnologia e a possibilidade de relação entre matemática e tecnologia;
- estrutura curricular – a partir das ementas, objetivos e referências bibliográficas de cada componente curricular foi observado como está expresso o uso da tecnologia, na tentativa de identificar a presença dela como um objeto-de-pensar-com. Foram estabelecidas as dimensões: o licenciando aprende um conteúdo matemático com a tecnologia; o licenciando planeja práticas em que ensina com o uso de tecnologia; reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino; pesquisar, conhecer, explorar algum recurso tecnológico.

A partir dessa estrutura foram analisados os projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Matemática que serão apresentados nas próximas subseções.

#### **4.4.1 Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)**

A UNIPAMPA oferece o curso de Licenciatura em Matemática nos campi de Itaqui e Bagé. Cada um deles possui seu PPC específico para atender as necessidades da região que está inserido.

##### **PPC - Bagé**

O PPC do Curso de Matemática - Licenciatura da UNIPAMPA, Campus Bagé foi reformulado em maio de 2017. Em todo o documento não há referência ao termo

Pensamento Computacional nem aos objetos-de-pensar-com, mas existem referências ao ensino de matemática articulado com a tecnologia.

O objetivo geral e os objetivos específicos do curso não destacam o uso da tecnologia, mas existe menção à articulação da Matemática com outras áreas, além de oportunizar ao licenciando “a experimentação de novas propostas consoantes à evolução das pesquisas no campo da Educação Matemática” (UNIPAMPA, 2017, p. 25). Nesse sentido, pode-se compreender que o Pensamento Computacional está dentro das novas pesquisas realizadas mundialmente na Educação Matemática, porém isso não garante que seja usado na perspectiva proposta por Papert (1985).

O perfil do egresso do curso destaca que o futuro profissional deverá conhecer as aplicações da Matemática em outras áreas e estará aberto à “incorporação do uso de novas tecnologias” (UNIPAMPA, 2017, p. 27) no ensino, buscando estar articulado às novas demandas escolares.

O PPC apresenta que, em consonância com a Resolução CNE/CP nº 2/2015, preza pelo uso competente da tecnologia, a fim de melhorar a prática pedagógica e ampliar a formação cultural dos estudantes e professores. O curso também utiliza tecnologias como: plataforma moodle, sites, blogs, software e outros que possam aprimorar as atividades e favorecer o acesso à informação e aprendizagem dos licenciandos (UNIPAMPA, 2017). Desta forma, o plano prevê o uso das tecnologias para contribuir com a aprendizagem dos alunos enquanto licenciando e com suas futuras práticas de sala de aula.

Os componentes curriculares estão organizados em três núcleos:

- núcleo de estudos de formação geral – neste núcleo estão os componentes relacionados à educação como didática, legislação, psicologia; áreas da Matemática como cálculo, álgebra linear; e a área da Física;
- núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional – compreende os componentes curriculares de aprofundamento matemático como álgebra, geometria, análise, entre outros, os componentes optativos e aqueles que desenvolvem pesquisa (Projetos e Trabalho de Conclusão de Curso);
- núcleo de estudos integradores para enriquecimento curricular – envolve os componentes curriculares que desenvolvem atividades relacionadas

às práticas de ensino. É neste núcleo que estão os componentes específicos sobre tecnologia no ensino de Matemática.

O curso de Matemática Licenciatura da UNIPAMPA campus Bagé oferece dois componentes curriculares obrigatórios que têm como foco as tecnologias no ensino de Matemática, denominadas “Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Matemática I” e “Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Matemática II”. Os demais componentes também podem utilizar recursos tecnológicos, conforme previsto em todo o plano.

A partir da análise das ementas, objetivos e referências bibliográficas dos componentes curriculares que compõem a matriz curricular do curso foi possível identificar a presença de tecnologia em alguns deles dentro das dimensões estabelecidas para essa análise. O quadro 1 apresenta esses componentes e as dimensões a eles associadas.

Quadro 1: Dimensões de uso da tecnologia – UNIPAMPA - Bagé

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
1° sem	Teoria Elementar das Funções	■	■		
2° sem	Geometria Plana	■	■		
2° sem	Projetos II		■		
2° sem	Laboratório para o Ensino Fundamental		■		
3° sem	Geometria Espacial	■			
3° sem	Laboratório para o Ensino Médio		■		
4° sem	Instrumentação para o Ensino Fundamental			■	■
5° sem	Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Matemática I		■	■	■
7° sem	Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Matemática II		■	■	■
8° sem	Cálculo Numérico I	■			
Optativa	Desenho Geométrico	■			
Optativa	Cálculo Numérico II	■			
Optativa	Softwares na Aprendizagem de Matemática	■	■	■	■

■	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
■	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
■	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
■	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

Observando o quadro acima pode-se identificar que a dimensão “planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia” é a que está mais presente nos componentes curriculares obrigatórios. O uso da tecnologia sob a perspectiva de aprender um conceito matemático é pouco explorada e está presente em componentes que envolvem desenho geométrico e gráficos, mesmo que a dimensão está contemplada não se pode afirmar que o sujeito a utilize de forma a ampliar suas potencialidades e experimentação acerca do conceito envolvido, ou seja, como um objeto-de-pensar-com.

O componente Cálculo Numérico I prevê, em sua ementa, introduzir o licenciando à lógica de programação através da resolução de problemas de cálculo e álgebra linear. Nesse sentido, o componente prevê um uso direcionado a elementos da computação no ensino de matemática, que pode ser relacionado com o Pensamento Computacional. Esse uso pode permitir ao licenciando a experiência de utilizar elementos computacionais na sua própria aprendizagem.

Os componentes curriculares que descrevem em suas ementas e objetivos a dimensão de “reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino de Matemática” estão voltados a práticas de ensino, além dessa dimensão também compreendem as dimensões “planejar práticas de ensino com o uso da tecnologia” e “explorar recursos tecnológicos diversos”. Observando as referências bibliográficas desses componentes, identifica-se autores que discutem o uso da tecnologia como instrumento de pensamento que podem potencializar a aprendizagem, esse material pode ampliar a reflexão das discussões próximo ao que se pretende com esta tese de Pensamento Computacional e com um uso da computação além dela mesma.

Os componentes optativos previstos no PPC incluem diversas áreas da Matemática e outras áreas do conhecimento, sendo que o licenciado deve escolher no mínimo três componentes durante o curso. De acordo com o exposto no quadro 1 existem dois componentes que abrangem a dimensão de “aprender com a tecnologia” e um que abrange todas as dimensões, numa perspectiva mais ampla do uso da tecnologia.

O curso de Matemática-Licenciatura da UNIPAMPA campus Bagé contempla o uso de tecnologia sob as diferentes dimensões analisadas, mostra referências a elementos do Pensamento Computacional mais direcionados à aprendizagem do futuro professor do que a sua prática docente. Nota-se que a tecnologia para aprender algum conceito está mais atrelada a *softwares* de geometria dinâmica e gráficos do

que a linguagens de programação, porém esses também podem desenvolver elementos da computação a partir do enfoque dado pelo professor do componente curricular. Outro fator relevante é que, mesmo que alguns componentes não expressem em suas ementas e objetivos o uso de tecnologia como um objeto-de-pensar-com ou do Pensamento Computacional, não significa a sua ausência.

### **PPC - Itaqui**

O PPC do Curso de Matemática - Licenciatura da UNIPAMPA, campus Itaqui foi reformulado em novembro de 2019. Em todo o plano não há menção aos objetos-de-pensar-com nem ao termo Pensamento Computacional, porém apresenta que neste novo documento reformulado há “a inserção de novos componentes curriculares e adoção de estratégias que visam estimular a utilização de novas tecnologias no ensino de Matemática” (UNIPAMPA, 2019, p.27).

Nos objetivos do curso não há destaque para a tecnologia, porém no perfil do egresso o plano aponta que o futuro profissional terá conhecimento das tecnologias no contexto da educação. Entre as habilidades e competências, esse profissional deverá ser capaz de produzir “materiais didáticos virtuais e/ou manipuláveis” (UNIPAMPA, 2019, p.33) de acordo com a necessidade de ensino e atendendo as demandas. Outra competência destacada e que pode ter alguma relação com o tema desta tese é a “capacidade de relacionar a Matemática com outras áreas do conhecimento tais como a física” (UNIPAMPA, 2019, p.33). Embora essa última capacidade esteja conectada somente à física outras partes do documento fazem menção à computação, engenharias, saúde, entre outras.

De acordo com o PPC os componentes curriculares estão organizados em quatro eixos:

- eixo de conhecimento experiencial – envolve os componentes curriculares que envolvem as práticas de estágio e pesquisa;
- eixo articulador – componentes curriculares que envolvem articulações matemáticas como os Laboratórios de Matemática e Informática na Matemática;
- eixo de cultura geral e profissional – abrange os componentes que trabalham aspectos mais gerais da profissão como a didática, legislação, psicologia, além daqueles relacionados a outras áreas como Física, Inglês, Computação, entre outros;

- eixo de conhecimentos específicos da área – compreende os conhecimentos das diferentes áreas da Matemática como álgebra, geometria, cálculo, entre outras.

Dentro desses eixos estão distribuídas temáticas transversais (entre elas está a cultura digital) que são tratadas dentro dos componentes curriculares. Os componentes Laboratório de Ensino de Matemática, Seminários em Educação Inclusiva, Políticas Públicas Educacionais, Informática na Educação Matemática são voltados às temáticas transversais, porém isso não impede que elas sejam abordadas em outros componentes. No eixo da Cultura Geral e Profissional está incluído a articulação entre a Matemática e outras áreas e dentre essas está citada a computação.

Em relação aos componentes curriculares, o plano prevê um componente específico denominado Informática na Educação Matemática “permitindo ao licenciando experiências com o uso do computador como instrumento de aprendizagem, incentivando a utilização para o ensino de Matemática, em especial para a formulação e solução de problemas” (UNIPAMPA, 2019, p.29). Esse componente demonstra uma possível tendência ao uso do computador como um objeto-de-pensar-com. O plano também prevê que os componentes “Laboratório de Ensino de Matemática” e “Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Matemática” utilizem tecnologias que contribuem para o ensino de Matemática. A partir da análise dos objetivos, ementas e referências bibliográficas de cada componente curricular identificou-se que a tecnologia está presente em outros componentes sob diferentes dimensões, de acordo com o plano de análise proposto. O quadro 2 apresenta cada componente e as dimensões que foram identificadas.

Quadro 2: Dimensões de uso da tecnologia – UNIPAMPA - Itaqui

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
1° sem	Trigonometria	■	■		
3° sem	Laboratório de Ensino de Matemática I		■	■	■
4° sem	Laboratório de Ensino de Matemática II		■	■	■
4° sem	Seminários em Educação Matemática			■	
5° sem	Laboratório de Ensino de Matemática III		■	■	■
6° sem	Informática na educação Matemática		■	■	■
6° sem	Laboratório de Ensino de Matemática IV		■	■	■
6° sem	Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Matemática I		■	■	■
8° sem	Algoritmos e Programação	■			
9° sem	Física Experimental I	■			
9° sem	Cálculo Numérico I	■			
Optativa	Cálculo Numérico II	■			
Optativa	Desenho Geométrico	■			
Optativa	Geometria Fractal	■	■		
Optativa	Modelagem Matemática Aplica	■			

■	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
■	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
■	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
■	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

Ao observar o quadro com as dimensões de uso da tecnologia estabelecidas, nota-se que aprender um conteúdo com uma tecnologia está presente em quatro componentes curriculares do curso. Os demais componentes curriculares que fazem esse uso são parte de um conjunto de componentes optativos em que o licenciado escolhe cursar, sendo exigido no mínimo um componente. Nota-se que as dimensões que envolvem planejamento de atividades e reflexão sobre o uso da tecnologia no ensino de Matemática estão presentes em atividades curriculares relacionadas a práticas de ensino e que têm como foco a prática docente. Nesses componentes também está inclusa a dimensão de “conhecer, pesquisar e explorar recursos tecnológicos”, que em vários desses componentes está denominada de “apropriação de recursos tecnológicos para o ensino de conceitos”. Porém, esse nível de apropriação não pode ser dimensionado de acordo com o descrito nos planos, já que se entende por apropriação, nesta tese, num sentido amplo em que o sujeito além de

conhecer as ferramentas, identificar suas potencialidades como um objeto-de-pensar-com para a aprendizagem matemática.

No PPC está descrito que os componentes de Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Matemática I, II, III e IV abordam o uso de tecnologia, porém no ementário está descrito seu uso apenas no primeiro estágio.

Nota-se que o uso da tecnologia no curso analisado está bem atrelado às atividades curriculares que envolvem práticas de ensino e que estão acompanhadas de processos de reflexão sobre o uso no ensino. As referências bibliográficas desses componentes podem dar indícios que as reflexões poderão ser norteadas principalmente por questões relacionadas à modelagem matemática, além de olhar para a computação como um instrumento que potencializa a aprendizagem.

O componente de Algoritmos e Programação tem relação direta com o Pensamento Computacional, seu foco está em noções de programação e uso de algoritmos para a resolução de problemas numéricos. O objetivo deste componente está em desenvolver no licenciado práticas de programação, mas não está previsto na ementa se essa prática prevê o uso da programação como um objeto-de-pensar-com e se há uma reflexão sobre como essas práticas podem contribuir com o ensino. Apesar disso, ter um componente que desenvolve essas habilidades no futuro professor pode ser uma forma de que este reconheça os potenciais de sua própria aprendizagem com o uso de elementos específicos da computação, além de contribuir para a sua compreensão geral sobre a computação.

Além dos componentes curriculares destacados, há diversos que usam em suas ementas e objetivos o termo “aplicações” que de alguma forma podem fazer alguma referência ao uso da tecnologia, mas não se pode afirmar que isso ocorre.

#### **4.4.2 Universidade Federal de Pelotas (UFPeI)**

O PPC do Curso de Licenciatura em Matemática da UFPeI foi reformulado em 2019 e não faz referência aos objetos-de-pensar-com e ao Pensamento Computacional. O documento aponta para a necessidade de que os futuros professores tenham uma formação em rede em que sejam articulados conhecimentos científicos, tecnológicos, pedagógicos e metodológicos, a fim de que busquem alternativas para atender as demandas dos processos de ensino e aprendizagem (UFPEL, 2019).

O objetivo geral e os específicos do curso não contemplam especificamente a tecnologia, mas trazem elementos que podem ser associados a ela já que, durante o curso, o aluno deve ter uma formação que oportunize “[...]tanto a vivência crítica da realidade da Educação Básica, como também a experimentação de novas propostas que considerem a evolução dos estudos da educação matemática.” (UFPEL, 2019, p. 29).

O perfil do egresso não assinala para a tecnologia ou Pensamento Computacional, mas prevê um profissional que além do domínio dos conteúdos específicos da Matemática esteja conectado às diversas abordagens de ensino e ao trabalho interdisciplinar. Já as competências e habilidades fazem relação à capacidade de compreender, criticar, avaliar e utilizar tecnologias, além de conhecer e ter uma visão crítica quanto as propostas nacionais como a BNCC (UFPEL, 2019). Esses elementos destacados do perfil podem ser articulados à inclusão do Pensamento Computacional no ensino de Matemática.

De acordo com o PPC o curso está organizado em três dimensões:

- Formação específica – considera os componentes curriculares obrigatórios e optativos. Envolve as atividades científicas acadêmicas, os estágios obrigatórios, o trabalho de conclusão de cursos e as práticas como componente curricular. As atividades científicas acadêmicas correspondem aos componentes curriculares relacionados à formação na área da Matemática e afins (didática, legislação, física, informática, entre outras).
- Formação Complementar – compreende os estudos integradores e abrange disciplinas de qualquer curso superior da universidade fora da matriz da Licenciatura em Matemática ou das licenciaturas consideradas optativas, a participação do licenciado em seminários, projetos de pesquisa, monitoria, elaboração de materiais, cursos de extensão, entre outros.
- Formação em extensão – essa dimensão está em construção.

O PPC destaca que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão presentes em todo o curso através de exploração de *softwares* matemáticos, sites, portais de compartilhamento de materiais digitais, vídeos, áudios, jogos, entre outros. As TIC são tratadas especialmente pelos componentes curriculares “Programação em

Software de Matemática”, “Software na Educação Matemática”, “Narrativas Digitais e Educação Matemática” e “Produção de Vídeos de Matemática para a Educação Básica”, porém seu uso não se limita a esses componentes. A proposta é que as TIC sejam utilizadas nos diversos componentes curriculares contribuindo para a formação do licenciando como aprendiz e na sua prática como docente, possibilitando que ele explore os recursos e compreenda as diferentes formas de utilizá-los na sociedade, ensino e pesquisa (UFPEL, 2019). Diante da matriz curricular do curso foram analisados os objetivos, as ementas e as referências bibliográficas dos componentes curriculares obrigatórios e optativos na tentativa de encontrar as dimensões de uso da tecnologia durante o curso. O quadro 3 apresenta os resultados dessa análise:

Quadro 3: Dimensões de uso da tecnologia – UFPEl

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
2º sem	Programação em Software de Matemática	■			■
3º sem	Software na Educação Matemática		■	■	■
8º sem	Estatística Básica	■			
8º sem	Cálculo Numérico	■			
Optativa	Produção de Vídeos de Matemática para a Educação Básica		■		■
Optativa	Narrativas Digitais e Educação Matemática		■		■

■	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
■	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
■	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
■	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

Os componentes curriculares apresentados no quadro 3 foram os que deixavam explícito em suas ementas, objetivos e referências a presença da tecnologia. Nota-se que a dimensão que envolve aprender conceitos utilizando algum recurso tecnológico está presente em três dos quatro componentes curriculares que mencionam uso de tecnologia. A dimensão de planejamento está mais voltada a componentes que têm referência a práticas de ensino, assim como a dimensão “conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos”. Já a reflexão teórica é citada em apenas um dos componentes que utiliza tecnologia.

Os componentes “Programação em Software de Matemática” e “Cálculo Numérico” são os que se aproximam das ideias de Pensamento Computacional por

estarem mais relacionados a conceitos da computação, porém não apresentam referências bibliográficas que abordam o tema do ponto de vista do ensino e possibilidades de uso desses elementos como objetos-de-pensar-com. Os dois componentes trabalham com introdução à programação e aliam a resolução de problemas ao uso de linguagem de programação, códigos e estruturas computacionais. O componente Cálculo Numérico também utiliza planilhas eletrônicas e faz referência a aspectos de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. Desta forma, esses componentes atendem a noções mais gerais de computação, permitindo que o licenciando experiencie o uso dessa área para a resolução de problemas e indicando uma possível conexão do uso desses elementos como um objeto de pensamento.

O componente Estatística Básica faz uso de aplicações estatísticas para a tecnologia, mas não descreve como isso ocorre.

O componente Software na Educação Matemática utiliza recursos tecnológicos voltados ao ensino de Matemática, além disso estimula a exploração e a reflexão sobre práticas que envolvem o uso desses recursos. Já os componentes optativos envolvem a produção de materiais pelos licenciandos e que possam contribuir para a aprendizagem matemática, aliado a isso o futuro professor aprende a usar recursos tecnológicos diversos para a produção de vídeos e das narrativas digitais.

Os demais componentes curriculares do curso da UFPel não fazem referência direta ao uso de tecnologia, mas suas ementas e objetivos apresentam elementos que podem ter relação com o tema: diferentes representações de um conceito, aplicações, relação da matemática com outras áreas, tendências de ensino da matemática e a própria referência à BNCC. Esses elementos dão indícios que a tecnologia pode estar inserida dentro das dimensões analisadas, mas não se pode ter certeza se isso ocorre e como.

O PPC destaca que os alunos são incentivados a utilizar *softwares* de ensino de Matemática, além de aplicar e avaliar tecnologia em suas práticas de ensino, porém não se refere qual seria o aporte teórico que sustenta essas ações. A universidade oferece aos licenciandos a possibilidade de participarem de projetos de pesquisa que visam o uso de tecnologias no ensino de matemática (UFPEL, 2019).

#### 4.4.3 Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

O curso de Licenciatura em Matemática da FURG teve sua última alteração no PPC em 2019 e não contempla objetos-de-pensar-com nem Pensamento Computacional. De acordo com o documento o uso da tecnologia está presente no curso que busca entre outros, “promover a educação plena, enfatizando uma formação geral que contemple a técnica, o uso de tecnologias e as humanidades, em consonância com o potencial de crescimento da região” (FURG, 2019, p.6). Nesse objetivo mais amplo do curso a presença da tecnologia ganha destaque na formação, porém a dimensão de uso não está descrita no início do documento.

Entre as competências e habilidades esperadas do licenciando está incluída a capacidade de utilizar novas ideias e tecnologias para a resolução de problemas (FURG, 2019). Essa habilidade está relacionada com as ideias de Pensamento Computacional tratadas nesta tese, porém ela isoladamente não reflete que os licenciandos desenvolvem o Pensamento Computacional dentro do contexto dos objetos-de-pensar-com.

No decorrer do PPC encontram-se outras possíveis relações com a tecnologia no que se refere a aplicações, modelagem matemática e relação da Matemática com outras áreas do conhecimento. Essas referências de ensino e prática da Matemática podem indicar um uso de tecnologia, porém não há elementos concretos que possam dar suporte a essa afirmação.

O curso tem suas atividades organizadas conforme expresso nas Diretrizes Curriculares (Resolução 2/2015):

- atividades formativas estruturadas
- prática como componente curricular
- estágio supervisionado
- atividades complementares teórico-práticas

Em todo o PCC existe pouca referência ao uso de tecnologia e uma análise dos objetivos, ementas e referências bibliográficas de cada componente curricular também mostrou pouco eficaz para identificar as relações do curso com as dimensões de uso da tecnologia. O quadro 4 foi construído com base nas informações do PCC.

Quadro 4: Dimensões de uso da tecnologia – FURG

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
4° sem	Educação Matemática e Tecnologias				
Optativa	Métodos Numéricos Computacionais I				
Optativa	Algoritmos Computacionais I				

	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

O quadro 4 expresso a partir dos objetivos, ementas e referências bibliográficas dos componentes curriculares presentes no PCC aponta que a tecnologia está presente em um componente curricular obrigatório nas dimensões de planejamento de atividades, reflexão sobre o uso da tecnologia e no conhecimento, pesquisa e exploração de recursos tecnológicos. O foco principal deste componente está na prática do futuro docente, pensando em possibilidades de uso da tecnologia através de *softwares* e sites. Há também a intenção de construção de um referencial teórico que abrange materiais com diversas publicações sobre o tema na área da Educação Matemática. O componente pode ter uma ligação com o Pensamento Computacional, conforme proposto nessa tese, dependendo do enfoque dado no uso dos recursos tecnológicos, já o referencial teórico não faz relação com o termo.

Os componentes que usam a tecnologia para a aprendizagem são optativos e exploram ambientes de programação. O componente Métodos Numéricos Computacionais envolve o estudo de erros em problemas numéricos, utiliza técnicas e métodos que permitem cálculos mais precisos de diferentes problemas. Esse componente tem relação direta com a Matemática e elementos da computação, mas pela ementa não se pode afirmar se essa relação é discutida. Já o componente Algoritmos Computacionais I aborda questões específicas e introdutórias de programação, pela ementa identifica-se a aprendizagem de conceitos computacionais relacionados a algoritmos, quanto a aprendizagem de conceitos matemáticos não é possível detectar pelo programa previsto. Os dois componentes optativos trazem elementos de programação que podem ser usados como objetos-de-pensar-com para a construção de conceitos matemáticos, apesar de isso não constar de forma explícita

nos planos. Os conceitos abordados nesses componentes permitem ao licenciando uma visão da área da computação contribuindo para a sua formação básica e noção sobre o tema, o que pode lhe dar suporte em investigações sobre o Pensamento Computacional e sua relação com a aprendizagem matemática.

O componente “Psicologia da Educação” não apresenta em seus objetivos e ementa a tecnologia, mas em suas referências encontra-se material sobre a inserção da tecnologia e suas influências no processo de construção do conhecimento. Outro componente que também tem essa mesma característica é o componente “Ensino de Estatística na Licenciatura” que tem como foco a discussão sobre o ensino de estatística, refletindo sobre a sua presença nos documentos oficiais e teorias de aprendizagem.

Os componentes “Geometria Plana” e “Geometria Espacial” não fazem menção ao uso de recursos tecnológicos, mas em sua descrição apontam para a equivalência a componentes curriculares do currículo antigo que tem como foco o ensino de geometria com *softwares* de Geometria Dinâmica. A equivalência a componentes que tinham essa característica pode trazer indícios de que esses componentes também utilizem algum recurso de Geometria Dinâmica. Situação semelhante ocorre com o componente Laboratório de Prática de Ensino-aprendizagem em Matemática I em que o componente equivalente tinha como foco aplicações tecnológicas no processo de aprendizagem.

Ao detectar que componentes curriculares desse novo curso de licenciatura tinham disciplinas equivalentes no currículo anterior que eram focadas em tecnologia ficam os questionamentos: se o curso tinha uma abordagem mais tecnológica no currículo anterior porque ela não se manteve, no que diz respeito à descrição, objetivos e ementas dos componentes curriculares? A equivalência dos componentes curriculares se mantém quanto ao uso dos recursos tecnológicos? Essas questões não podem ser respondidas com a análise aqui traçada e necessitariam de um acompanhamento direcionado com docentes e discentes do curso para compreender as dimensões tecnológicas utilizadas e porque, se é que são utilizadas, não são mais descritas nas ementas e objetivos.

A leitura inicial do PPC leva a uma visão de que a tecnologia está esquecida, mas a partir do cruzamento com o currículo anterior pode-se ter indícios de que ela ainda está presente. Além disso, componentes curriculares como Educação Matemática e Docência (I, II e III) e Laboratório de Prática de Ensino-aprendizagem

em Matemática (I e II) trazem em suas ementas elementos como “incentivo a novas formas de expressão para o ensinar e o aprender em Educação Matemática” (FURG, 2019, p. 19), tendências em Educação Matemática, aplicações que podem ter como pano de fundo a tecnologia e até mesmo elementos da computação como objetos-de-pensar-com. Neste caso, essa é uma interpretação baseada nas concepções da autora desta tese, identificando a inserção do Pensamento Computacional no ensino de Matemática como uma forma de aplicação dos seus conceitos e uma das novas tendências na área.

#### **4.4.4 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)**

O curso Licenciatura em Matemática da UFRGS tem seu último PPC atualizado em 2017 e não contempla os termos objetos-de-pensar-com e Pensamento Computacional, porém todo o documento está articulado com a tecnologia. O curso tem desde a sua alteração curricular de 1993 a presença de componentes curriculares que utilizam tecnologia no ensino de matemática, conforme destaca o PPC “No novo currículo, também foi incorporada a perspectiva da inovação do ensino de Matemática com recursos da tecnologia, inicialmente através de duas disciplinas e posteriormente nas práticas pedagógicas desenvolvidas ao longo do curso” (UFRGS, 2017, p.2). Destaca-se a visão inovadora do curso desde suas primeiras reformas curriculares, fruto também das iniciativas da universidade com o projeto LOGO coordenado pela professora Léa Fagundes no Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC)<sup>14</sup>.

O curso ofereceu por algum tempo aos licenciandos a possibilidade de participação em projetos de pesquisa que tinham como foco a sala de aula, sendo que dois deles atuavam na área da tecnologia: o Projeto “O Computador na Aprendizagem de Matemática Elementar”, desenvolvido desde 1995, englobava ensino, pesquisa, formação de professores e o uso de tecnologia informática com vistas nos objetos-de-pensar-com; o outro projeto era denominado Fábrica Virtual, que tinha como objetivo a produção de material didático digital (UFRGS, 2017). Além dos projetos de pesquisa

---

<sup>14</sup> O LEC, anteriormente chamado de Grupo de Estudos Cognitivos de Porto Alegre, era um centro de pesquisas, que desde 1979 tinha como foco investigar, a partir da teoria de Piaget, os processos cognitivos de crianças e professores durante processos de aprendizagem com o uso de tecnologias digitais. O LEC também foi responsável pelo desenvolvimento de diversos projetos e pesquisas na área da inserção das tecnologias digitais na educação, além de ocupar uma posição de destaque na “formulação e desenvolvimento de políticas regionais, nacionais e internacionais de inclusão digital.” (FAGUNDES; ARAGÓN; BASSO; MARASCHIN, 2019, p.242)

o curso divulgava a produção de recursos didáticos produzidos com recursos tecnológicos por professores e licenciandos do curso através de sítios específicos, que foram descontinuados.

Os objetivos do curso contemplam a tecnologia no que diz respeito ao seu domínio e “competência no uso da tecnologia informática para ensino e aprendizagem da Matemática” (UFRGS, 2017, p. 11). A tecnologia citada nos objetivos está direcionada ao ensino e a aprendizagem, priorizando duas dimensões de uso como aluno e docente que usa tecnologia. Além desses destaques observa-se que a tecnologia pode estar relacionada também nas referências a articulações com outras áreas do conhecimento e a busca constante por atualização. O Pensamento Computacional, dentro da perspectiva adotada nessa tese, pode ser vislumbrado nos objetivos já apresentados e no perfil do egresso como um sujeito que tem domínio da tecnologia informática para a aprendizagem Matemática.

Os componentes curriculares do curso então organizados em dois grupos que estão divididos em subgrupos:

- Disciplinas de natureza científico-cultural
  - Primeiro grupo – disciplinas ministradas pela Faculdade de Educação que envolvem formação pedagógica;
  - Segundo grupo – disciplinas ministradas pelo Instituto de Matemática e Instituto de Física que englobam formação básica em Matemática;
- Disciplinas de natureza prática
  - Primeiro grupo – disciplinas ministradas pelo Instituto de Matemática, compreende os Laboratórios de Prática de ensino-aprendizagem em Matemática (I, II, III) e Educação Matemática e Tecnologia.
  - Segundo grupo - disciplinas ministradas pela Faculdade de Educação – Estágios em Educação Matemática (I, II, III)

O PPC do curso de Licenciatura não inclui a descrição completa dos componentes curriculares do curso com os objetivos, ementas e referências bibliográficas. No site da instituição foram encontradas as súmulas e a partir delas foi realizada a análise de acordo com as dimensões de uso da tecnologia. O quadro 5 apresenta essa análise.

Quadro 5: Dimensões de uso da tecnologia – UFRGS

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
1° sem	Computador na Matemática Elementar I	■	■	■	
1° sem	Geometria I	■		■	
1° sem	Introdução as Funções Algébricas	■			
2° sem	Geometria II	■	■		
3° sem	Laboratório de Prática de Ensino-aprendizagem em Matemática I		■	■	■
3° sem	Introdução as Funções Transcendentes	■	■	■	
4° sem	Laboratório de Prática de Ensino-aprendizagem em Matemática II		■	■	■
5° sem	Laboratório de Prática de Ensino-aprendizagem em Matemática III		■	■	■
6° sem	Aplicações da Matemática - A	■	■		
6° sem	Educação Matemática e Tecnologia		■	■	■
7° sem	Pesquisa em Educação Matemática			■	
8° sem	Ensino e Aprendizagem de Estatística	■	■	■	

■	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
■	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
■	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
■	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

Ao observar o quadro 5 identifica-se que a tecnologia está presente em todas as etapas do curso de Licenciatura em Matemática da UFRGS. Há componentes curriculares que têm como foco a dimensão “aprender um conteúdo usando tecnologia”, esses componentes correspondem ao aprofundamento matemático, permitindo que o licenciando experiencie o uso da tecnologia em sua própria aprendizagem. Os componentes curriculares que envolvem as demais dimensões estão relacionados à prática docente, discutindo o ensino de Matemática com tecnologia.

O curso contempla um componente específico para a tecnologia denominado “Educação Matemática e Tecnologia” com o intuito de explorar, analisar *softwares* e sites que podem ser utilizados no ensino de Matemática, amparados na construção de um referencial teórico sobre o tema.

O componente “Computador na Matemática Elementar I” desenvolve conceitos geométricos dentro do ambiente LOGO, resgatando a proposta de Papert do

computador como um objeto-de-pensar-com. Esse relaciona-se diretamente com a proposta de Pensamento Computacional desta tese.

Existem componentes que não utilizam em suas súmulas a descrição de alguma dimensão tecnológica, mas que podem fazer uso devido a previsão de articulação e aplicação com outras áreas do conhecimento.

A Licenciatura em Matemática da UFRGS tem uma caminhada histórica de uso da tecnologia no Ensino de Matemática que está refletido em suas diversas apresentações no PPC, tendo em vista a formação de um professor que aprende e ensina com tecnologia, refletindo sobre suas contribuições para a construção de conceitos.

#### **4.4.5 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**

O curso de Matemática – Licenciatura da UFSM reformulou seu PPC em 2019 atendendo à resolução de 2015. O projeto pedagógico do curso não contempla os objetos-de-pensar-com nem o Pensamento Computacional, mas a tecnologia está presente.

Ao analisar os objetivos identifica-se um específico para a tecnologia em que se prevê o desenvolvimento de habilidades e competências que permitam que o licenciando crie atividades com o uso de tecnologia no processo de ensino e aprendizagem Matemática (UFSM, 2019). O PPC também prevê que os componentes curriculares possam desenvolver no licenciando a capacidade de utilizar novas ideias e tecnologias para resolver problemas.

O curso possui um componente curricular específico sobre tecnologia denominada “Tecnologias no Ensino de Matemática” para que o estudante possa apropriar-se de recursos tecnológicos para o ensino de Matemática. Apesar da presença desse componente no currículo o PCC deixa em aberto que outros professores do curso façam uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento de suas atividades.

O quadro 6 apresenta uma análise dos objetivos, ementas e referências bibliográficas dos componentes curriculares com base nas dimensões de uso da tecnologia.

Quadro 6: Dimensões de uso da tecnologia – UFSM

Período	Componente Curricular	Dimensões de uso			
1° sem	Tecnologias no Ensino de Matemática				
3° sem	Tendências de Pesquisa em Educação Matemática				
5° sem	Geometria Espacial e Aplicações				
6° sem	Laboratório de Ensino de Matemática				
6° sem	Métodos Numéricos e Computacionais				

	Aprender um conteúdo matemático usando tecnologia
	Planejar práticas de ensino com o uso de tecnologia
	Reflexão teórica sobre o uso da tecnologia no ensino
	Conhecer, pesquisar, explorar recursos tecnológicos

Fonte: Elaboração pessoal

Os componentes apresentados no quadro mostram que a dimensão “aprender um conteúdo com tecnologia” está presente em dois componentes curriculares. O componente “Métodos Numéricos e Computacionais” utiliza como base uma linguagem de programação para resolver problemas que envolvem diferentes métodos numéricos. Esse é o único componente que faz alguma referência ao ensino de elementos da computação e sua proposta está mais voltada a aprendizagem computacional do que a matemática, não fazendo referência a uma articulação entre eles e o uso da computação como um objeto de pensamento. O componente de Geometria que também apresenta a dimensão da aprendizagem com tecnologia prioriza as construções geométricas em meios dinâmicos, valorizando a construção de conceitos geométricos com tecnologia. Ambos os componentes podem ser relacionados com o Pensamento Computacional.

A dimensão “planejar práticas com o uso de tecnologia” e a dimensão “conhecer, pesquisar e explorar recursos tecnológicos” está presente em dois componentes que têm como foco a prática docente. A dimensão de reflexão sobre uso da tecnologia também se mostra presente em componentes relacionados às práticas de ensino, mas não especifica a profundidade dessa reflexão em relação a proposta de Papert(1985).

Assim como já destacado, o PPC prevê um componente específico para a tecnologia, mas nota-se que em outros ela também é utilizada sob diferentes

dimensões, oferecendo ao futuro professor uma formação voltada tanto para a sua aprendizagem com tecnologia como o seu uso na prática de sala de aula.

A análise dos PPCs das Universidades Federais situadas no Rio Grande do Sul mostra que as dimensões mais presentes nos cursos são aquelas que fazem referência à prática do licenciando como professor que ensina Matemática com a tecnologia. Essa dimensão faz parte da formação do futuro profissional, mas o uso da tecnologia como um objeto-de-pensar-com para aprender um conteúdo também deve fazer parte de toda a sua formação, conforme já destacado por Papert ([1993], 2008) e Yadav, Stephenson e Hong (2017). Aprender com a tecnologia permite ao futuro professor experimentar o seu uso no processo de aprendizagem, perceber suas potencialidades e ampliar seus processos de pensamento.

As dimensões de uso da tecnologia relacionadas às atividades práticas precisam ir além de uma apresentação dos recursos de um *software* ou *site*, mas que de fato possam utilizar os recursos tecnológicos como fontes de pensamento que levem os sujeitos a níveis mais elevados de abstração reflexionante. Nesse sentido, Papert ([1993], 2008) destaca que a formação do professor deve ser além de uma formação técnica, ela deve lhe permitir desenvolver um projeto que seja significativo (PAPERT, [1993], 2008).

Assim como já era esperado os cursos de formação em Licenciatura em Matemática ainda não atendem à Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 e por isso o Pensamento Computacional ainda não aparece descrito, mas as práticas diárias nos diversos componentes podem estar voltadas a ele. Em todos os cursos analisados foram encontrados componentes que exploram diretamente a programação, mas raros são aqueles que trazem em suas ementas o seu uso para a aprendizagem matemática, mostrando o seu potencial como um objeto-de-pensar-com para auxiliar nos processos de abstração reflexionante.

A análise proposta nessa seção teve como objetivo um olhar para a formação inicial dos futuros professores que estão sob a era de documentos oficiais que abordam o termo Pensamento Computacional. Em virtude do tempo de adaptação dos currículos o termo ainda não está oficialmente presente, mas pode-se vislumbrar possíveis ligações em componentes que preveem a resolução de problemas com recursos computacionais, a modelagem matemática, aplicações matemáticas em diversas áreas. Outro fator relevante para inserção do Pensamento Computacional nesses cursos de formação está na contribuição que ele pode dar ao desenvolvimento

de habilidades e competências já consideradas dentro da área da Matemática e que tem relação com a Computação: generalização, pensamento dedutivo, lógica, entre outros. O uso da computação como um objeto-de-pensar-com não é claramente descrito nos planos, mas pode-se perceber alguns indícios desse uso pelos objetivos e referências bibliográficas listadas. Cabe destacar que identificar elementos da computação como um objeto-de-pensar-com está diretamente relacionado com o professor que ministra o componente curricular e com sua visão de inserção da computação no ensino, e que somente um estudo mais específico com cada docente é que permitiria uma análise mais detalhada desse uso.

Retornando o foco no professor de Matemática que já está formado e atuando em sala de aula, seu currículo de fato não contemplou oficialmente o Pensamento Computacional, talvez ele tenha passado por uma instituição que utilizava tecnologia e se preocupava com um uso mais voltado aos processos de ensinar e aprender, mas isso é difícil de prever, devido a variedade e tempo passado dessa formação inicial. Por isso, existe a necessidade de promover momentos de formação que oportunizem ao professor em exercício o uso da tecnologia sob diferentes dimensões. Conforme já apontado no início do capítulo, os profissionais precisam ser capacitados para desenvolver o Pensamento Computacional dentro de sua área na perspectiva dos objetos-de-pensar-com, permitindo-lhes vivenciar experiências que contemplem a computação além dela mesma e que tenha como foco as possíveis abstrações que ela pode provocar (PAPERT, 1985; DISESSA, 2018; VALENTE, 2019)

## 5 ESTADO DO CONHECIMENTO

A proposta dessa tese tem como tema a formação de professores de Matemática em Pensamento Computacional. Ela surge a partir da inquietação da autora sobre as abstrações reflexionantes que emergem nos sujeitos ao utilizarem elementos da computação que compõem o Pensamento Computacional como objetos-de-pensar-com. Essa inquietação tem origem nas observações preliminares de estudos que traziam a temática do Pensamento Computacional, seja em formação de professores ou no trabalho com alunos, supervalorizando os processos e técnicas computacionais sem uma reflexão sobre suas contribuições para a construção de conceitos. Identificando isso, destacou-se a necessidade de trazer essa reflexão para a formação de professores, visando fortalecer a inserção do Pensamento Computacional na escola como mais um objeto-de-pensar-com dos sujeitos.

O estado atual do conhecimento sobre formação específica para professores de Matemática em Pensamento Computacional foi o cerne desta revisão sistemática, que teve como questão central de pesquisa: **Qual o panorama atual de pesquisas que envolvem formação de professores de matemática em Pensamento Computacional?**

A partir desta questão central foram definidas questões complementares que nortearam a análise dos dados encontrados:

- As formações de professores trazem uma reflexão sobre o uso do Pensamento Computacional sob a perspectiva dos objetos-de-pensar-com?
- Quais tecnologias são utilizadas nas formações de professores de Matemática em Pensamento Computacional?
- Quais elementos da computação são desenvolvidos? Há uso de programação?
- Quais aportes teóricos são utilizados para a análise dos dados?
- Quais as principais dimensões utilizadas: aprender conteúdo matemático, planejar práticas com alunos, refletir sobre o Pensamento Computacional na sala de aula e/ou aprendizagem dos alunos, aprender a programar.

Diante dessas questões estabeleceu-se palavras-chave que representavam o tema central dessa busca: Pensamento Computacional e formação de professores de Matemática. Com essas palavras e seus sinônimos em português e inglês formou-se a *string* de busca apresentada no quadro 7:

Quadro 7: *String* de busca

<p>("pensamento computacional") AND ("formação de professores") AND ("Matemática")</p>
<p>("pensamento computacional") AND ("formação" OR "capacitação" OR "workshop") AND ("professores de matemática")</p>
<p>("Computational Thinking") AND ("math teacher") AND ("Capacity" OR "training" OR "workshop")</p>
<p>("Computational Thinking") AND ("teacher training" OR "teacher workshop" OR "teacher capacity") AND ("Mathematics")</p>

Fonte: Elaboração pessoal

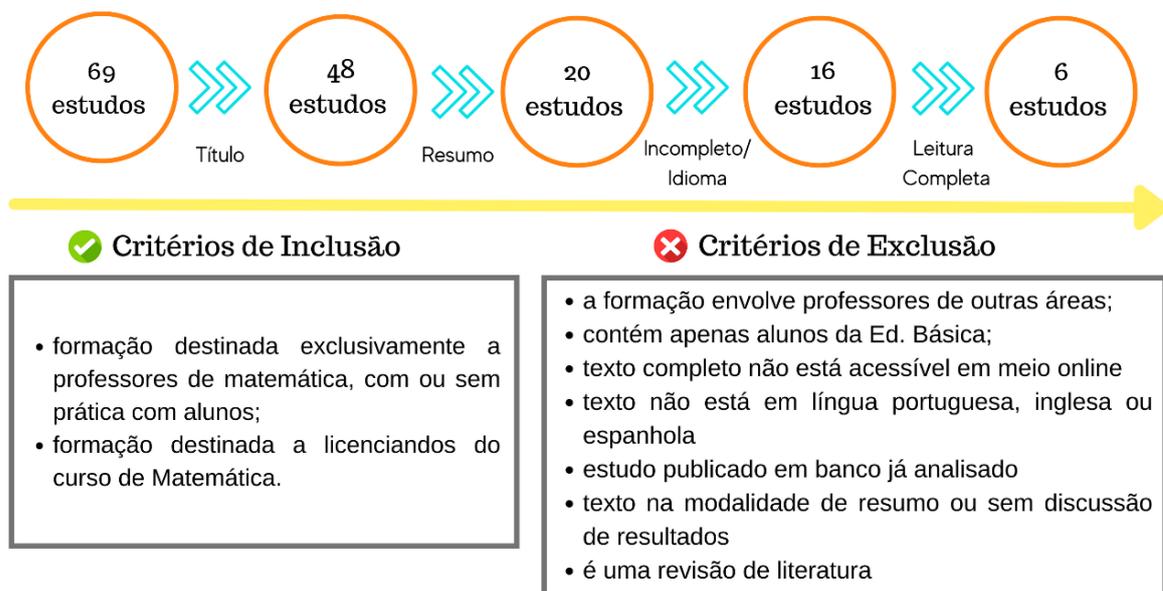
A busca se restringiu a artigos publicados em periódicos ou anais de eventos nos bancos de dados *Scopus*, *SpringerLink*, *Web of Science*, a Revista Novas Tecnologias na Educação da UFRGS (RENOTE), a Revista Informática na Educação: Teoria e Prática, os anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e todos os eventos paralelos que compõem este evento. Além dessas bases, foram consideradas as teses e dissertações presentes no Banco de Teses e Dissertações da Capes.

Os critérios de inclusão dos trabalhos nessa revisão foram: a formação em Pensamento Computacional é destinada exclusivamente a professores de matemática, podendo incluir nessa formação alguma prática com alunos; o estudo envolve licenciandos do curso de Matemática. Os critérios de exclusão aplicados foram: a formação envolve professores de outras áreas do conhecimento; o estudo é realizado apenas com alunos de nível fundamental e/ou médio; o texto completo do estudo não está acessível online; o estudo não está em língua portuguesa, inglesa ou espanhola; o estudo foi publicado em outro banco de dados já analisado; o texto está na modalidade de resumo ou não apresenta discussão dos resultados; o estudo é uma revisão de literatura.

A *string* de busca aplicada nas bases de dados descritas retornou 69 trabalhos. Aplicando-se os critérios de inclusão/exclusão foram excluídos 21 estudos a partir da

leitura dos títulos. Após a leitura dos resumos foram excluídos: 28 estudos por não atenderem a temática exclusiva para professores de matemática; 3 por não estarem disponíveis *online* de forma completa e 1 por estar em um idioma diferente dos estabelecidos. Partindo para a leitura completa, outros 10 estudos foram excluídos por não atenderem algum dos critérios. Desta forma, restaram 6 trabalhos que atenderam aos requisitos para compor essa revisão, a figura 11 expressa as etapas de todo o processo de revisão.

Figura 11: Etapas da Revisão Sistemática



Fonte: Elaboração pessoal

Observou-se que muitos dos estudos encontrados em bases internacionais e que foram descartados correspondiam a formações destinadas a professores de “STEM ou STEAM”, um movimento que vem ganhando espaço nos currículos escolares do mundo inteiro e que também articula elementos do Pensamento Computacional. Apesar desses estudos também contemplarem professores de matemática foram descartados, pois o objetivo dessa análise estava em formações exclusivas para esse grupo, observando materiais, métodos e enfoque dos conceitos matemáticos aliados ao Pensamento Computacional. Esse olhar especial para a Matemática e as aprendizagens que a computação pode trazer para essa área pouco são discutidos e carecem de um aporte teórico que permita refletir sobre o processo de aprendizagem envolvido.

Barcelos et al (2015) em uma revisão sistemática de literatura em repositórios digitais internacionais sobre relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática identificaram que existia, até aquele momento, “relatos insuficientes de experiências desenvolvidas para formação inicial e continuada de professores” (BARCELOS et al, 2015, p.9). Assim como destacado pelos autores, essa revisão sistemática, nas bases visitadas, também aponta que formações específicas para professores de Matemática ainda são reduzidas. O quadro 8 apresenta um resumo das bases visitadas e a respectiva quantidade de trabalhos relacionados a cada um, juntamente com os selecionados a partir dos critérios de inclusão/exclusão.

Quadro 8: Base de Dados Pesquisadas x Artigos Selecionados

<b>Base</b>	<b>Selecionados a partir da <i>string</i></b>	<b>Selecionados</b>
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação e eventos paralelos	3	2
Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)	10	1
Revista Informática na Educação: Teoria e Prática	1	0
<i>Scopus</i>	15	1
<i>SpringerLink</i>	13	0
<i>Web of Science</i>	18	0
Banco de Teses e Dissertações da Capes	9	2
Total	69	6

Fonte: Elaboração própria

As bases internacionais pesquisadas apontaram, conforme já mencionado, para estudos mais na área de STEAM ou STEM. Foram encontrados estudos que estavam incompletos ou eram resumos de alguma conferência, não possibilitando o acesso ao conteúdo completo. Já os estudos encontrados em bases brasileiras correspondiam, em sua maioria, a estudos que envolviam professores de diversas áreas ou então uma revisão de literatura. Na base da Revista RENOTE havia duas publicações que tratavam exclusivamente de formação de professores de matemática, sendo que uma delas correspondia a uma das etapas desta tese e, portanto, foi descartada. Já no Banco de Teses e Dissertações da Capes um dos estudos que

tratava de formação específica para professores de matemática não foi localizado virtualmente. Abaixo serão apresentados cada um dos estudos selecionados.

Barcelos, Bortoletto e Andrioli (2016) apresentam um curso *online* para vinte professores de Matemática e licenciandos do curso de Matemática baseado na construção de jogos digitais. O curso visava capacitar os participantes a criar atividades que envolvessem conceitos matemáticos juntamente com o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional. A formação foi realizada no ambiente virtual moodle, em que eram postados os módulos do curso, foram dez módulos liberados semanalmente que continham uma atividade por semana a ser entregue. O recurso utilizado para o desenvolvimento das atividades foi o Scratch. Nos cinco primeiros módulos foram desenvolvidos conceitos básicos de programação como: variáveis, estruturas de seleção e condições lógicas. As atividades estavam descritas no ambiente virtual e eram acompanhadas de um vídeo dividido em três partes: a primeira apresentava o objetivo da atividade; a segunda era denominada de “Minuto da Matemática” em que eram discutidos os conceitos matemáticos envolvidos no jogo apresentado; e a terceira exibia uma proposta de acréscimo ou melhoria da função desenvolvida na aula, propondo um aprofundamento de estudos dos participantes. Os módulos seis a nove apresentavam uma reflexão acerca dos jogos como estratégia para desenvolvimento pedagógico de objetos de aprendizagem, design e integração do Scratch com outros dispositivos. Ao final cada participante deveria criar seu próprio jogo envolvendo, pelo menos, três estruturas de programação que foram desenvolvidas nos módulos anteriores. Nos projetos finais foram analisadas competências e habilidades do Pensamento Computacional relacionados à programação (abstração e decomposição de problemas, paralelismos, raciocínio lógico, sincronização, controle de fluxo, interação com usuário, representação de dados) considerando níveis básico, intermediário e avançado. Dentre os projetos finais desenvolvidos pelos participantes os autores destacaram a produção de jogos do tipo quiz para treinar operações e *puzzle* para identificar padrões. Os autores afirmam que “os concluintes do curso demonstraram, por intermédio dos projetos finais, um domínio intermediário ou avançado de aspectos do Pensamento Computacional relacionados à programação de computadores” (BARCELOS; BORTOLETTO; ANDRIOLI, 2016, p. 1235). Além disso, identificam que uma formação que trabalhe com esses conceitos ainda é um desafio, sendo necessário um levantamento mais aprofundado do perfil dos participantes, a identificação dos motivos que os levaram a

tomar decisões a respeito do design dos projetos e analisar as possíveis razões da evasão dos participantes. Nota-se que nesse estudo o objetivo é o desenvolvimento dos conceitos da computação, observando relações com a Matemática, não está vinculado o uso desses conceitos como objetos-de-pensar-com observando como eles contribuem para a aprendizagem em matemática.

Barbosa (2019) descreve uma experiência com alunos de um curso de licenciatura em Matemática durante um semestre na disciplina de Informática e Educação Matemática. O estudo tinha o objetivo de investigar como o Pensamento Computacional pode contribuir para o ensino de Matemática ao mesmo tempo em que possibilita o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC. A autora aponta para os desafios do desenvolvimento das competências e habilidades da BNCC em uma aula de Matemática em seu formato tradicional que prioriza a repetição de exercícios e memorização de conceitos. Aliado a esses desafios está a falta de consenso sobre o que é Pensamento Computacional e quais suas principais habilidades, além da necessidade de articular o Pensamento Computacional à matemática de forma prática, entendendo que ele não pode ser ensinado, mas precisa ser construído pelos futuros professores. Com base nisso, durante o período do curso da disciplina, a autora propôs aos futuros professores a análise das competências gerais e específicas da área da Matemática previstas na BNCC. A partir da análise e discussão os alunos identificaram a dificuldade de articular essas competências nos moldes tradicionais de ensino de Matemática com foco apenas em avaliações estanques e quantitativas; também concluíram que existem iniciativas, em menor escala, de professores que visam uma mudança do paradigma tradicional de ensino; e ainda identificaram que os alunos da educação básica não possuem as habilidades necessárias para usar o conhecimento matemático de forma mais ampla e articulado à tecnologia como propõe a BNCC. O conceito de Pensamento Computacional e suas habilidades foram apresentados a partir de atividades de programação, lhes permitindo vivenciar atividades mão-na-massa, através do *software* Scratch. Enquanto os alunos investigavam e se aprofundavam no tema articulando-o a BNCC foram motivados a construir um projeto didático com o objetivo de ensinar um conteúdo específico da matemática vinculado ao Pensamento Computacional. De acordo com Barbosa (2019), os alunos apresentaram dificuldade em articular o ensino de Matemática ao Pensamento Computacional com atividades mão-na-massa, pois a maioria reproduziu modelos de ensino tradicional incluindo recursos tecnológicos. A

autora conclui que é necessário repensar as experiências acadêmicas vividas pelos futuros professores, ampliar as disciplinas que discutam as novas ideias propostas pela BNCC, além de uma atualização dos professores formadores de professores. Ao trazer a discussão da dificuldade dos alunos em articular o Pensamento Computacional com atividades mão na massa a autora faz uma referência à metodologia e concepções de aprendizagem. Desta forma, entende-se que existe uma possível articulação com os objetos-de-pensar-com propostos nessa tese.

Corrêa (2020) em sua dissertação de mestrado apresenta uma pesquisa que tem o objetivo de apontar aspectos do Pensamento Computacional e Pensamento Algébrico mobilizados por licenciandos em Matemática ao realizar atividades com o Scratch. O estudo foi realizado com 17 discentes, em três disciplinas do curso que são relacionadas ao uso de tecnologias digitais na formação docente. As atividades foram realizadas na forma individual e em dupla, sendo 12h presencial e 4h à distância e constituíram em: entrevista para traçar um perfil e identificar as concepções sobre o tema dos participantes; produção de algoritmos para um quadrado e triângulo escaleno em língua materna, produção de algoritmos no Scratch para o desenho do quadrado e triângulo escaleno com medidas dos lados variáveis, depuração de um programa no Scratch, aplicação do teste de Pensamento Computacional e análise de um programa que calcula a aproximação da raiz quadrada de um número inteiro no Scratch. A partir do perfil traçado pelo questionário realizado no início da pesquisa, Corrêa (2020) destaca que a maioria dos participantes do estudo apresentou concepções caracterizadas como ingênuas a respeito do Pensamento Computacional ou desconhecia o termo, além disso, uma parcela significativa não percebeu relações entre Pensamento Computacional e Pensamento Matemático. As produções dos participantes foram analisadas a partir de aspectos algébricos e computacionais. O Pensamento Algébrico foi analisado a partir dos aspectos de objetificação (observando aspectos dos objetos matemáticos que foram evidenciados), simbolização (blocos do Scratch que representam relações algébricas) e a generalização, esses aspectos têm como base estudos de Radford (2006) e Kaput (2008). Já quanto aos aspectos computacionais foram observados a estrutura (forma que o algoritmo foi estruturado) e a depuração (análise sobre os erros). Desta forma, o autor afirma que aspectos dos dois pensamentos analisados são mobilizados durante as produções, sendo que o uso da linguagem materna para os algoritmos em alguns momentos seguiu uma construção mais próxima de construções com régua e

compasso e nem sempre correspondiam a um comando que executasse uma única ação, indicando a dificuldade dos alunos na escrita de algoritmos. Contudo, Corrêa (2020) destaca a necessidade de ampliar os estudos relacionando os dois pensamentos e o uso do Scratch com futuros professores. A discussão proposta pelo autor faz uso de um referencial teórico diferente do abordado nessa tese e optou por olhar aspectos matemáticos e computacionais em separado, diferindo das ideias propostas aqui em que se optou por olhar sobre como esses aspectos computacionais podem se tornar um objeto para pensar matemática.

Canal (2021) em sua tese tem como objetivo “analisar como o Pensamento Computacional articulado à resolução de problemas, conforme a teoria de Robbie Case, no ensino, pode contribuir para a formação inicial de professores de Matemática.” (CANAL, 2021, p. 34). A pesquisa foi realizada com quatro estudantes do curso de Licenciatura em Matemática que participaram da disciplina Pensamento Computacional e Ensino de Matemática: uma abordagem sobre padrões. As atividades ocorreram de forma presencial, com discussões via aplicativo de mensagens, além de materiais de apoio disponibilizados no ambiente Google Classroom. Para o desenvolvimento do Pensamento Computacional a autora utilizou a resolução de problemas matemáticos que envolviam padrões numéricos, números figurados e padrão repetitivo, através da linguagem Python<sup>15</sup> e da Computação Desplugada. Os dados foram analisados a partir da teoria neopiagetiana de Robbie Case. De acordo com a autora, para Case a resolução de problemas promove o desenvolvimento do indivíduo, pois ao resolver um problema o indivíduo usa estratégias, combina outras, elabora novas para atingir seus objetivos e com isso suas estruturas de controle executivo são integradas e formam novas (CANAL, 2021). Assim, a autora identificou que durante as atividades os licenciandos utilizaram diferentes formas de representação dos dados dos problemas (algébrica, visual e numérica), além dos resultados obtidos evidenciarem os processos reguladores de Case, com destaque para a Imitação que estava presente em atividades que envolviam conceitos novos. A autora identificou que nos processos estavam presentes conceitos do Pensamento Computacional, como: coleção de dados, representação e análise de dados, algoritmos, abstração e decomposição. Os dados revelam que as

---

<sup>15</sup> Python é uma linguagem de programação de alto nível, considerada de fácil aprendizagem por aproximar-se da linguagem natural e não exigir do usuário muitos detalhes da arquitetura do computador, proporcionando elevado nível de abstração (CANAL, 2021).

habilidades do Pensamento Computacional podem estar presentes na resolução de problemas matemáticos, o que também foi percebido pelos participantes da pesquisa associando as futuras práticas como professores. A análise de Canal (2021) destacou a presença do Pensamento Computacional durante a resolução de problemas matemáticos, mostrando uma ligação entre essas duas áreas, assim como proposto nessa tese.

Farias et al (2022) analisam as percepções dos participantes de um curso que visava “[...] articular o Pensamento Computacional com conteúdos matemáticos a partir da proposta do desenvolvimento de desafios, simulações e jogos lúdicos utilizando a plataforma Scratch” (FARIAS et al, 2022, p. 409). O curso fez parte de um projeto de extensão, organizado em oito módulos, totalizando vinte e quatro horas de atividades síncronas e assíncronas, através de ferramentas do Google Workspace. Participaram da formação alunos do curso de licenciatura em matemática e um professor de matemática. As atividades introduziam conceitos do Pensamento Computacional com base nos pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Esses conceitos eram articulados à resolução de problemas que exploravam conteúdos matemáticos de forma lúdica. Durante o curso foram desenvolvidos atividades avaliativas e a construção de projetos que envolviam jogos e resolução de problemas matemáticos de forma lúdica, destacando os conceitos matemáticos envolvidos. A percepção dos professores foi avaliada via questionário com uma questão aberta e as demais aplicavam a escala psicométrica de Likert. A partir da análise estatística das respostas os autores identificaram que os professores se engajaram na formação e mesmo que a maioria não tivesse conhecimento de programação, tiveram um bom desempenho nas atividades. Os participantes consideraram importante a formação docente na área de Pensamento Computacional e da sua introdução junto ao componente curricular de matemática, apesar disso, os autores identificaram que alguns ainda não se sentiam confiantes em desenvolver o Pensamento Computacional com seus alunos, o que também pode estar relacionado ao estágio inicial dos participantes no curso de licenciatura. Observa-se que os autores não apresentaram de forma mais explícita as atividades desenvolvidas e as intervenções realizadas pelos formadores. Outro aspecto a destacar é quanto a análise de dados que se propôs a focar na percepção dos professores a partir do questionário e não com base em suas criações e possíveis abstrações reflexionantes provocadas durante as resoluções, distanciando da temática desta tese. Isso ocorre

em virtude do referencial teórico escolhido, que não traz esse embasamento, mas reflete a importância do desenvolvimento de programas de formação inicial e continuada de professores em Pensamento Computacional.

Niemelä et al (2017) apresentam um estudo sobre um curso MOOC (Massive Online Open Courses) com o objetivo de fornecer aos professores de matemática as habilidades do Pensamento Computacional exigidas pelo novo currículo de ensino finlandês. Além dos fundamentos da computação também enfatizam a integração da computação nas aulas de matemática. O foco principal do estudo não está em elementos da computação, mas em como o Pensamento Computacional está interligado ao ensino de matemática. Os autores consideram a definição de Pensamento Computacional de Cuny, Snyder e Wing (WING, 2010) como a mais adequada para expressar as características de Pensamento Computacional apontadas pelos participantes da formação (abstração, automação e análise). Apoiam-se em estudos que têm como base Vygotsky e Piaget para afirmar que assim como as crianças constroem o conhecimento de forma ativa e iterativa ordenando-o em estruturas mentais, adultos também passam por esses processos na construção de novos conhecimentos. As atividades do curso foram desenvolvidas com o Racket<sup>16</sup> e eram compostas por dois princípios: exercícios de imagem e animação visualmente interessantes; exercícios de programação com muitos conceitos matemáticos entrelaçados (ângulos, formas geométricas, coordenadas, teorema de Pitágoras, ...), mostrando as relações com os conceitos matemáticos ensinados no ensino fundamental. O conteúdo do curso era formado por seis exercícios de programação e um ensaio pedagógico tentando integrar Pensamento Computacional com a matemática. Os professores mostraram compreender as habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional e a maioria dos planos de aula elaborados estavam relacionados a geometria, além de integrados à artes, explorando pôsteres, *stencils* e impressão 3D. Ao final os autores identificaram que os professores conseguiram associar os procedimentos de resolução de problemas matemáticos com o Pensamento Computacional, permitindo uma base para construção desse conceito; os planejamentos dos professores faziam referência aos conteúdos abordados no

---

<sup>16</sup> Racket é uma linguagem de programação multiparadigma, também conhecida como PLT Scheme. Possui uma variedade de bibliotecas e inclui funcionalidades como estruturas, sistema de módulos e sistema avançado de macros (ARAÚJO, 2013).

curso; embora muitos conceitos da computação ainda precisassem ser compreendidos os professores conseguiram elaborar propostas de ensino articulando Pensamento Computacional e matemática; é necessário continuar ofertando mais formações para os professores explorando conceitos da Computação. A proposta de Niemelä et al (2017) tem uma aproximação teórica com a proposta nessa tese, além de articular o Pensamento Computacional com a matemática.

Observando o conjunto de estudos selecionados nessa revisão nota-se que em todos eles há um destaque para a relação próxima entre Pensamento Computacional e Matemática e que ele pode estar articulado ao seu ensino. Há formações realizadas totalmente à distância, outras presenciais, mesmo assim utilizam algum ambiente virtual de aprendizagem; a maioria que utilizam esse espaço optam pelo moodle. *Softwares* que possibilitam o uso de programação são citados por todos os estudos, sendo que a maioria utiliza o Scratch.

Identifica-se que o ensino de programação está bem presente na formação de professores, porém nem sempre ele é o foco principal. Barcelos et al (2016) e Farias et al (2022) destacam elementos matemáticos a partir de programas desenvolvidos no Scratch, enquanto Niemelä et al (2017), Corrêa (2020) e Canal (2021) trazem um enfoque que prioriza a matemática e ela é desenvolvida dentro da programação. Já Barbosa (2019) não se detém em detalhes sobre a programação, mas principalmente na relação das habilidades do Pensamento Computacional com a Matemática.

As análises dos estudos são variadas, há destaque em habilidades de programação (BARCELOS et al 2016; FARIAS et al, 2022) e para isso usa-se de métodos estatísticos, enquanto Corrêa (2020) e Canal (2021) trazem uma análise mais voltada a aprendizagens matemáticas dos futuros professores, embasada em estudos sobre pensamento algorítmico e resolução de problemas. Niemelä et al (2017) e Barbosa (2019) trazem em suas análises questões relacionadas ao ensino de Matemática articulado ao Pensamento Computacional.

A referência a Papert para destacar a importância do Pensamento Computacional é citada pela maioria os autores, porém o olhar mais específico para a construção de conceitos matemáticos apoiado nos objetos-de-pensar-com não é abordado por nenhum estudo. Niemelä et al (2017) fazem referência às estruturas mentais de Piaget que podem ser construídas, assim como possíveis observações das trajetórias de aprendizagem, mas esses dados dos professores não são

mostrados na análise. Corrêa (2020) faz uma análise do pensamento algoritmo construído com as atividades propostas na sua formação que, apesar de não citar o uso do computador como um objeto-de-pensar-com, apresenta essa concepção em sua formação. Já Canal analisa a Estrutura de Controle Executivo, com ênfase nas estratégias de resolução de problemas e suas associações com conceitos específicos da computação, dessa forma a autora também propõe um uso da computação como um objeto de pensamento sem mencioná-lo. Assim identifica-se que esses três estudos tem um olhar mais próximo do que esta tese propõe, trazendo um uso do Pensamento Computacional voltado aos processos cognitivos e uma análise de como ele pode contribuir para a aprendizagem de conceitos.

As dimensões de uso do Pensamento Computacional tendem mais para aprender a programar e ao planejamento de atividades pelos professores, com espaços para reflexão sobre a importância no ensino de Matemática. Além disso, todos os autores reconhecem a necessidade de o professor vivenciar experiências que sejam próximas de sua realidade de ensino e que contemplem conceitos matemáticos presentes nos currículos escolares.

Ao retomar a questão central dessa revisão: “Qual o panorama atual de pesquisas que envolvem formação de professores de matemática em Pensamento Computacional” pode-se destacar que existe uma lacuna de estudos que observam o desenvolvimento do Pensamento Computacional em professores de matemática. São poucos estudos que visam exclusivamente esse público, visto sua relação ser tão próxima. O uso dos conceitos que compõem esse pensamento como um objeto-de-pensar-com em alguns casos é feito, mesmo que não seja mencionado, porém há uma carência de análise específica nos processos de abstração reflexionante que podem ser mobilizados com esse uso. Nesse sentido reitera-se a importância do estudo proposto aqui com foco específico em professores de matemáticas e seus processos de abstração reflexionante fruto do uso da computação como um objeto-de-pensar-com.

Essa revisão de literatura foi realizada de março a dezembro de 2022.

## 6 METODOLOGIA

A pesquisa visou um estudo mais aprofundado de cada um dos participantes, buscando acompanhar suas produções materiais e elaborações mentais, para compreender possíveis processos de abstração reflexionante provocados pelos elementos do Pensamento Computacional. Esse processo exigiu um acompanhamento constante, sistemático e individualizado da pesquisadora em todas as etapas da investigação, para isso utilizou-se a estratégia de estudo de casos múltiplos.

A produção de dados foi composta por observação dos participantes, entrevistas, problemas investigativos, acompanhamento das atividades, envolvendo uma série de evidências de cada indivíduo considerando múltiplas fontes, formando um conjunto de dados diversificado a respeito do fenômeno (YIN, 2015). Os casos individuais serviram para formar o conjunto das evidências de processos de abstração reflexionante dos participantes enquanto resolviam problemas investigativos apoiados em elementos do Pensamento Computacional, retirando-se exemplos de cada um desses casos individuais para formar este estudo que abrangeu todos os participantes.

A pesquisa foi implementada através de uma formação de professores que ocorreu de forma *online*. Foram em média sete encontros *online* individuais com a pesquisadora e um encontro coletivo, no final da formação, para compartilhamento de projetos.

Os dados foram produzidos em dois momentos: um experimento piloto foi realizado com dois professores para a testagem de parte do material produzido e posterior reformulação. O experimento final foi realizado com cinco professores que compõem os dados que foram analisados de acordo com o referencial teórico escolhido.

A produção de dados foi organizada para gerar diferentes registros da formação a fim de permitir a reconstrução dos fatos e uma análise detalhada dos processos de elaboração dos participantes. Nas próximas seções serão descritos os participantes da pesquisa e cada um dos recursos utilizados para a produção de dados.

## 6.1 PARTICIPANTES

Os participantes desta pesquisa foram professores de Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental de uma rede municipal de educação do Vale do Rio dos Sinos. Os professores de Matemática receberam um comunicado através de e-mail e memorando expedido pela Secretaria Municipal de Educação informando sobre a pesquisa, seus objetivos e duração e, aqueles interessados, se inscreveram através do site do Núcleo de Tecnologia Municipal (NTM)<sup>17</sup>, responsável pelo suporte técnico.

Os professores inscritos receberam, via e-mail individual, o Termo de Consentimento Informado, conforme modelo apresentado no apêndice A. Em atenção as orientações da Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS, os participantes que estavam de acordo com a participação na pesquisa responderam o e-mail enviado manifestando seu aceite. Durante a pesquisa, os participantes poderiam optar por não responder qualquer uma das questões das entrevistas via formulário eletrônico, entrevista *online* ou durante os problemas investigativos desenvolvidos na pesquisa, sem a necessidade de apresentar qualquer justificativa. Além disso, durante a pesquisa qualquer participante poderia se retirar da pesquisa sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

## 6.2 MÉTODO CLÍNICO

Observar e analisar as possíveis abstrações reflexionantes geradas a partir de problemas investigativos que envolviam elementos da computação requeriam da pesquisadora um acompanhamento atento e constante. Esse olhar, com foco nos processos de pensamento, teve como fonte o Método Clínico de Jean Piaget. A escolha do método se deu a partir de experiências anteriores da pesquisadora (ROCHA, 2017), pois esse método permite um acompanhamento sistemático do pensamento do participante durante a sua ação. Ele “[...] ajuda a desvendar como funciona sua mente mediante suas explicações e sua ação [...]” (DELVAL, 2002, p. 15).

O método clínico foi criado por Jean Piaget ao iniciar seu trabalho com Simon, quando este lhe propôs que realizasse uma padronização dos testes de raciocínio de

---

<sup>17</sup> O Núcleo de Tecnologia Educacional Municipal (NTM) é o núcleo da Secretaria de Educação, do município desta pesquisa, que promove formações para os professores da rede municipal.

Burt. Ao aplicar esses testes, Piaget passou a se interessar pelo que estava por trás dos erros das crianças, porque esses erros eram tão sistemáticos. A partir desses interesses, questionava as crianças, travando com elas conversas abertas e tentando compreender o curso do seu pensamento (DELVAL, 2002).

Segundo Delval:

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

A fim de que a intervenção sistemática ocorra, o pesquisador deverá propor ao participante que resolva um problema; durante a realização o pesquisador deve estar atento às atitudes do participante, perguntando-se sobre o significado da ação e qual sua relação com as capacidades mentais do participante. Para compreender, faz questionamentos que lhe permitam reconstruir o modelo mental do participante (DELVAL, 2002). Para que as intervenções sejam sistemáticas é importante que o pesquisador tenha em mente suas hipóteses, no caso desta pesquisa incluía observar que elementos computacionais, usados na resolução dos problemas investigativos, poderiam potencializar abstrações reflexionantes. Além disso, deve preparar antecipadamente um questionário guia que lhe auxilie no momento das intervenções, para que possa percorrer um caminho em espiral, permitindo-lhe chegar ao núcleo do pensamento. Não é um método simples, e, de acordo com Piaget, a “técnica depende de meses de aprendizagem” (BRINGUIER, 1993, p. 51).

Aplicar o método clínico de acordo com os critérios descritos acima permite ao pesquisador uma possível compreensão da forma de pensar dos participantes. Diante de dados que procuram preservar ao máximo as falas, relações e ideias cabe, ao pesquisador analisá-los com todo o cuidado, procurando identificar tendências que demonstrem aspectos importantes dentro da evolução daqueles participantes (DELVAL, 2002). Ao escolher o Método Clínico para estruturar o acompanhamento dos participantes dessa pesquisa esperava-se identificar as abstrações reflexionantes potencializadas por elementos da Computação durante a resolução de problemas investigativos.

### 6.3 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM ESCOLHIDO

Diante da proposta desta tese que visava um olhar para cada participante de forma individualizada e que não contemplava momentos de interação entre os participantes durante os encontros ou nos intervalos entre eles, optou-se por um ambiente que permitisse o envio e recebimento de materiais. Nesse sentido, o ambiente Google Classroom, que já era utilizado pelos professores desde o início da pandemia do Covid-19, se tornou o mais adequado.

No ambiente foi disponibilizado o material de cada encontro: link do encontro virtual, links do Padlet<sup>18</sup>, arquivos do Scratch, problema investigativo proposto no encontro. Cada participante tinha um espaço exclusivo no ambiente que só estava visível para ele e a pesquisadora.

### 6.4 FERRAMENTA PARA ENCONTROS VIRTUAIS

Optou-se pelo uso da ferramenta Google Meet para as atividades síncronas, visto que os professores já a utilizaram em suas atividades com os estudantes, desde o período da pandemia. Em virtude do método clínico considerou-se que os encontros deveriam ser individuais com os usuários para acompanhar suas reflexões e momentos que poderiam expressar seus pensamentos e possíveis abstrações durante a realização dos problemas investigativos.

Os encontros síncronos individuais foram agendados com a pesquisadora para acompanhar as produções individuais dos participantes. Foram, em média, sete encontros semanais para cada participante com duração máxima de uma hora e trinta minutos. Durante o encontro a pesquisadora solicitava que o participante compartilhasse a sua tela enquanto este resolvia o problema proposto, além de aplicar o Método Clínico. Todos os encontros realizados foram gravados permitindo a pesquisadora reconstruir os momentos de interação e as construções realizadas pelos participantes, suas reflexões e respostas às intervenções.

Ao final dos sete encontros individuais foi realizado um encontro coletivo presencial, de uma hora e trinta minutos, em que os participantes puderam

---

<sup>18</sup> Padlet é uma ferramenta que possibilita a criação de quadros virtuais de forma individual ou colaborativa. Cada quadro é chamado de "Padlet" e pode ser acessado através de um navegador de internet ou de aplicativo. Site oficial: <https://pt-br.padlet.com>.

compartilhar suas experiências e projetos realizados. Nesse encontro esperava-se que eles pudessem expor suas percepções quanto às atividades, uso do *software* e sobre o Pensamento Computacional.

## 6.5 SCRATCH

A resolução dos problemas investigativos explorou o desenvolvimento de algoritmos através da ferramenta Scratch. A escolha do *software* se deu em virtude de suas semelhanças com o LOGO, por explorar uma linguagem de programação visual, sendo de fácil acesso aqueles que nunca programaram. Além disso, a autora desta tese tem pesquisas e práticas anteriores com o *software* que instigaram a questão central dessa tese (ROCHA, 2017).

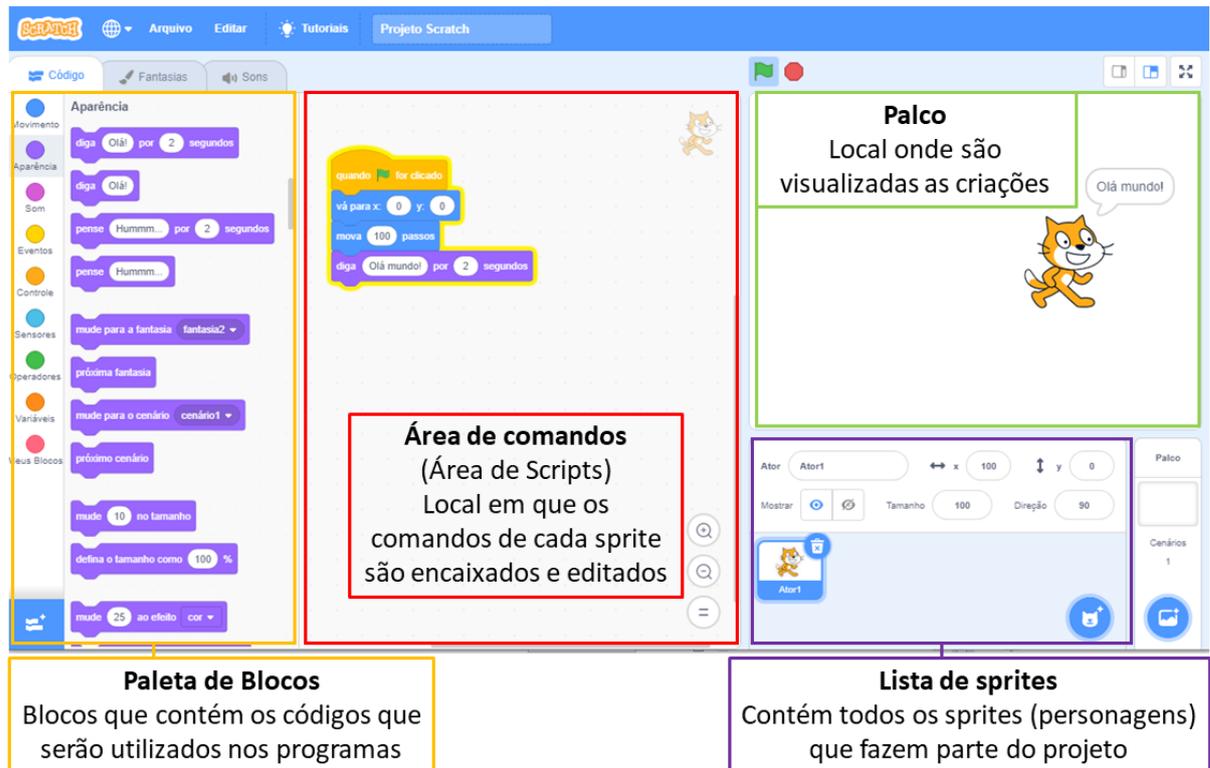
O Scratch é um *software* que foi criado em 2007 por Mitchel Resnick e seus colaboradores do *Lifelong Kindergarten* no *Media Lab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), inspirado no LOGO de Papert. Ele tem versões *offline* e *online*. No site oficial<sup>19</sup> é possível conhecer as diferentes versões e participar da comunidade mundial, compartilhando projetos e contribuindo com projetos de outros usuários.

O Scratch permite uma mistura de diferentes recursos em um mesmo projeto: sons, animações, gráficos, imagens, sensores, entre outros. Esse diferencial do *software* o torna versátil e atrativo, facilitando a introdução aos conceitos de programação. A figura 12 ilustra a tela inicial do Scratch destacando suas quatro áreas principais.

---

<sup>19</sup> <https://scratch.mit.edu/>

Figura 12: Interface do Scratch com suas áreas principais

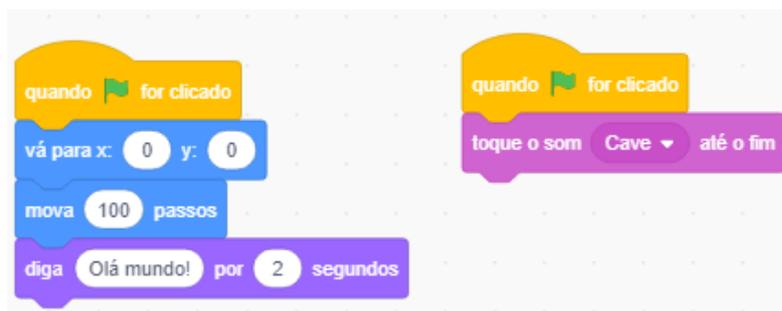


Fonte Elaboração pessoal

O *software* utiliza uma linguagem de programação em blocos, em que os comandos já estão prontos, evitando erros de sintaxe, comuns em linguagens usuais de programação. Através dos blocos de comandos o usuário cria seus programas combinando blocos, encaixando-os como peças de Lego<sup>20</sup>. Na figura 12, acima, é possível visualizar que na área de comandos há um programa em que o ator (*sprite*) executa a seguinte ação, quando o usuário clica na bandeira verde: vai até a posição central do palco, em que as coordenadas x,y são (0,0), depois se move cem passos para a direita e finaliza mostrando um balão de fala com a frase “Olá Mundo!” por dois segundos. Nota-se que os comandos são executados na sequência em que foram encaixados, já que essa é uma linguagem sequencial. O Scratch também admite uma programação paralela, ou seja, que eventos diferentes sejam executados simultaneamente, como pode ser visto na figura 13.

<sup>20</sup> Lego é um brinquedo composto por peças de plástico que podem ser encaixadas permitindo diversas construções. Os blocos de encaixe do Scratch foram inspirados nos blocos do Lego.

Figura 13: Programação paralela



Fonte Elaboração pessoal

Destaca-se que durante o processo de programação em Scratch é possível a qualquer momento testar um programa, um conjunto de blocos ou um bloco em separado, permitindo que o usuário faça diferentes análises sobre um programa ou parte dele. No caso de um conjunto de blocos basta clicar sobre um bloco que todos que estão encaixados a abaixo dele serão executados. Já quando se deseja testar apenas um bloco basta deixá-lo desconectado, na área de comandos, e clicar sobre ele.

O Scratch mostra-se uma linguagem visual e simples, em que o sujeito é convidado a expressar suas ideias, experimentar, criar com as mídias, tornando-se um ser mais ativo, que colabora com o outro e produz seu próprio conteúdo (RESNICK et al., 2009).

A seguir apresenta-se as atividades propostas para a pesquisa desta tese, que tem como base o uso do Scratch para a resolução de problemas investigativos, explorando conceitos matemáticos em atividades de programação. Assim, esta tese explora, em maior grau, o conceito de algoritmo.

## 6.6 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

A formação foi estruturada em atividades que seriam desenvolvidas durante os sete encontros *online* e um presencial. No total estavam previstas nove atividades, no final do capítulo há um quadro resumo (quadro 9) com todas essas atividades e uma previsão de sua distribuição ao longo da formação. A distribuição das atividades nos encontros *online* individuais foi alterada de acordo com o ritmo de resolução de cada participante.

As atividades foram elaboradas considerando que os participantes não teriam conhecimento de práticas que envolviam Pensamento Computacional, ferramentas da computação e programação. Buscou-se aproximar os participantes dos conceitos da computação a partir de problemas investigativos que pudessem ser aplicadas com os estudantes e que tinham um caráter mais aberto e que não, necessariamente, se buscasse uma resposta final única. Desta forma, acreditava-se que elementos da computação (recursos computacionais e técnicas da computação, com destaque para a programação) aplicados poderiam contribuir para a compreensão do problema, ampliação das capacidades de resolução e análise, permitindo que a computação fosse utilizada como um objeto-de-pensar-com para potencializar processos de abstração reflexionante.

No apêndice B constam outras atividades que também apresentam as características citadas acima e que devido ao tempo da formação não puderam compor o conjunto de atividades.

Abaixo apresenta-se cada uma das atividades propostas com toda a metodologia que foi aplicada na fase de produção de dados. Optou-se por deixar, nessa seção, o tempo verbal no futuro, a fim de estar a serviço do leitor para possíveis aplicações em sua prática docente.

### **Atividade 1 – Entrevista inicial – (a distância)**

Objetivos:

- Identificar o nível de formação dos professores e sua relação com a tecnologia
- Conhecer as impressões iniciais dos professores sobre Pensamento Computacional;
- Identificar quais os recursos digitais mais utilizados pelos professores em sua prática de sala de aula

Antes do primeiro encontro *online* será disponibilizado, via *e-mail*, um questionário para que a pesquisadora possa coletar dados dos professores participantes, como sua formação e área de atuação. Ele também é composto por questões abertas, que visam traçar um perfil de cada participante em relação ao uso da tecnologia e suas percepções iniciais de Pensamento Computacional. Abaixo apresenta-se essas questões que estão divididas em 3 grupos:

#### **Grupo 1 – Dados gerais**

1 – Nome

2 – Formação – descreva sua formação destacando áreas como graduação, pós-graduação (especialização, mestrado, doutorado,...)

3 – Área de atuação - descreva em quais níveis de ensino e componentes curriculares atua.

4 – Você e a tecnologia - descreva sua relação pessoal com a tecnologia destacando os dispositivos e aplicativos que mais utiliza e para quê.

### **Grupo 2 – Sua aula e a tecnologia Digital**

1 - Quais *softwares*, aplicativos e/ou sites você utiliza em sua aula? Com que frequência?

2 - Descreva como é o uso desses recursos digitais na sua aula.

3 - Antes da pandemia da Covid-19, você utilizava algum desses recursos digitais em suas aulas? Como era esse uso?

### **Grupo 3 – Pensamento Computacional**

1- Qual a sua percepção sobre Pensamento Computacional?

2- Você conhece materiais como artigos, livros, sites, entre outros, que tratam sobre Pensamento Computacional? Em caso afirmativo, cite alguns deles.

Link do formulário - <https://forms.gle/CsrjoLi77nXYW2Fr6>

### **Atividade 2 – Entrevista *online***

A partir do retorno da Entrevista Inicial a pesquisadora fará uma análise das respostas de cada participante para que durante a entrevista *online* faça perguntas a partir da sua hipótese inicial, resolver problemas que envolvem elementos do Pensamento Computacional pode gerar abstrações reflexionantes nos participantes, sendo assim seu questionário guia terá perguntas como:

- Explique como você utiliza a tecnologia..
- Como é a sua aula com a tecnologia? Dê exemplos
- O que você conhece sobre Pensamento Computacional?

Essas perguntas poderão ser ampliadas, modificadas para cada participante de acordo com o retorno que cada um dará à pesquisadora, conforme prevê o Método Clínico.

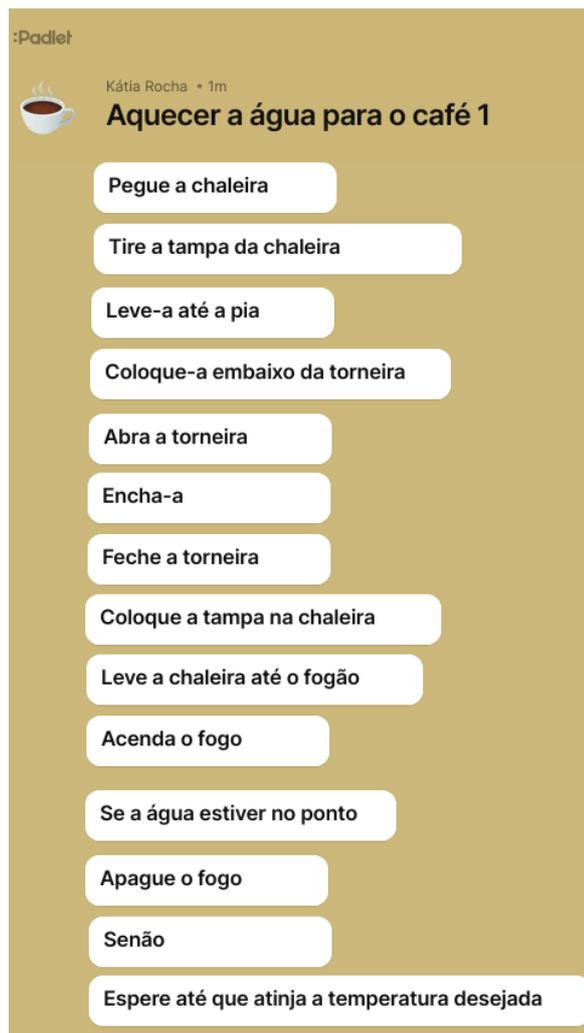
### Atividade 3 – Explorando um algoritmo

Objetivos:

- Expressar uma situação cotidiana com um algoritmo
- Definir algoritmo

Essa atividade consiste em analisar um conjunto de etapas que compõem uma determinada ação e colocá-las em ordem, ou seja, organizar o algoritmo que representa uma ação. O professor receberá um arquivo no *Padlet* que compõe uma ação para ordenar suas etapas. Se achar necessário, pode adicionar ou excluir etapas. Optou-se por um algoritmo relacionado a uma ação do dia a dia e que não tem uma relação com tecnologias como celular ou computador. A figura 14 apresenta esse algoritmo já montado.

Figura 14: Algoritmo do dia a dia



Fonte: Elaboração própria

Ao final o participante deverá apresentar sua construção explicando suas estratégias de organização. Concluída a atividade o participante será questionado sobre quais habilidades estão inclusas nessa tarefa e o que elas representam.

A partir dessas respostas será apresentado o termo “algoritmo” relacionando com algoritmos matemáticos e onde ele está presente na computação.

**Questionamentos ao participante:**

- Em que situações, nas suas aulas, você utiliza algoritmos?
- Quais diferenças entre esse algoritmo e os algoritmos tradicionalmente utilizados em uma aula de Matemática?
- Como esse tipo de escrita contribui ou pode contribuir para a construção de conceitos?
- Em quais momentos você identifica que pode utilizar esse recurso?

**Atividade 4 – Mágica do calendário - Escrevendo algoritmos parte II**

**Objetivos:**

- Expressar uma situação como um algoritmo
- Transpor um algoritmo para o Scratch
- Identificar partes de um programa e alterá-la

Nesta atividade o participante fará parte de uma mágica, adaptada do livro *Incríveis Passatempos Matemáticos* (STEWART, 2010).

O participante deverá escolher um calendário de um mês e ano qualquer em que seus dias estejam organizados em sete colunas por mês, destacando os dias da semana. Após deverá imaginar um quadrado 3x3 ao redor de nove datas, observando que não seja incluído nenhum espaço em branco. Após deverá informar qual a menor data do quadrado e então a pesquisadora (que será a mágica) lhe informará a soma dos nove números. Abaixo, a figura 15 apresenta um modelo de calendário com o quadrado 3x3 marcado:

Figura 15: Calendário

**JUNHO**

D	S	T	Q	Q	S	S
						01
02	03	04	05	06	07	08
09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Fonte: Elaboração própria

No exemplo da figura 15 o professor dirá o número cinco e o mágico deverá informar que a soma é cento e dezessete.

### Escrevendo o algoritmo da mágica

Após a realização da mágica o participante será desafiado a escrever um algoritmo que represente as etapas da mágica, para a escrita será utilizado o *Padlet*.

#### Questionamentos ao participante:

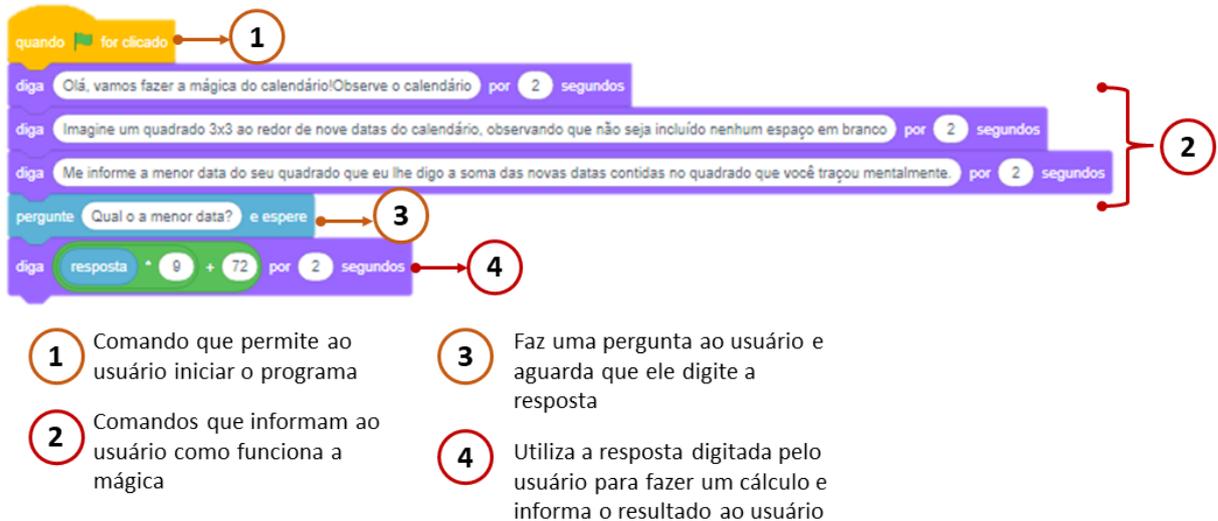
- A sequência executa completamente a mágica?
- Como é feita a soma dos números? Em que parte do seu algoritmo essa etapa está contemplada?

### Transpondo um algoritmo para o computador

A pesquisadora apresentará um programa construído no Scratch que contém a mágica e fará algumas simulações de adivinhação das datas com o participante. Após, o participante deverá criar um arquivo no Scratch com elementos de sua escolha: cenário, *sprite*,... e deverá copiar o algoritmo enviado pela pesquisadora, criando a sua mágica.

A figura 16 ilustra a imagem que será recebida pelo participante com o código a ser copiado:

Figura 16: Comando da mágica do calendário com explicações



Fonte: Elaboração própria

Após o participante deverá observar o seu algoritmo criado no *Padlet* e identificar diferenças entre eles. Depois deverá adaptar a parte do código que faz a soma para alterar de acordo com o seu código criado anteriormente e verificar se a mágica funciona. *Link* para acessar a mágica no Scratch: <https://scratch.mit.edu/projects/552413802>

### Questionamentos ao participante:

- Você conseguiu fazer a cópia do programa no Scratch? Quais suas dúvidas quanto ao programa já criado?
- Observando a sequência criada por você e a sequência já construída no Scratch, quais as diferenças que você identifica?
  - O que você alterou no código?
  - O código criado sempre executa corretamente a mágica?
  - Como você utilizaria essa atividade com seus alunos? Que adaptações seriam necessárias?

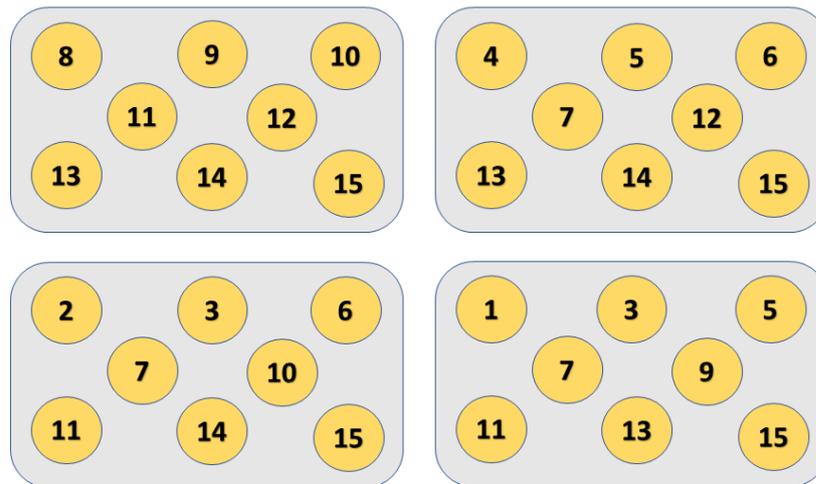
### Atividade 5 – Mágica com cartões binários

#### Objetivos:

- Identificar partes de um programa e alterá-la
- Ampliar um programa
- Reconhecer padrões matemáticos e de um programa

Inicialmente será feita a mágica com o participante. O participante visualizará os quatro cartões, conforme ilustra a figura 17 e deverá escolher um número de um a quinze. Após será solicitado que informe em quais das cartelas esse número se encontra.

Figura 17: Cartões Binários



Fonte: Elaboração própria

Após a indicação das cartelas a pesquisadora informa o número pensado pelo participante.

#### **Questionamentos ao participante:**

- Como a mágica funciona?
- Gostaria de acrescentar mais um cartão a essa mágica. Até quanto se estende a possibilidade de escolha de número?
- Acrescentar mais um cartão implica em quais adaptações na mágica? Mostre-as.

\* Para essas atividades o participante poderá fazer um registro em um documento do *Padlet*.

#### **Adaptando um programa do Scratch**

O participante receberá o arquivo do Scratch, conforme ilustra a figura 18, com parte do programa criado para dar continuidade fazendo uma remixagem do projeto. Ao final o seu programa deverá executar a mágica com mais um cartão.

Figura 18: Programa para ser adaptado

**Área de código do ator 1**

quando este ator for clicado

- mude Quadro1 para 1
- mude para a fantasia fantasia2

quando for clicado

- mude para a fantasia fantasia1
- mude Quadro1 para 0
- mude Quadro2 para 0
- mude Quadro3 para 0
- mude Quadro4 para 0

**Comando que é ativado quando o ator é clicado:**

- altera a variável "Quadro 1"
- troca para a fantasia 2 do ator (carta com uma borda verde)

**Comando que inicia o jogo:**

- troca para a fantasia 1 do ator (carta com uma borda preta)
- zera todas as variáveis

**Lista de atores:**

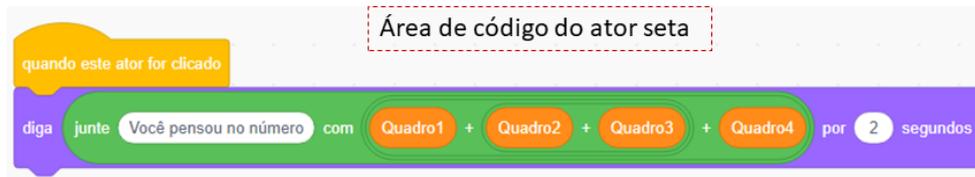
- atores de 1 a 4 correspondem às cartas do jogo
- ator seta executa a soma dos valores atribuídos às variáveis.

Fonte: Elaboração própria

O programa é composto por cinco atores, quatro correspondem às cartas do jogo e o quinto a uma seta. O programa também contém quatro variáveis (quadro 1, quadro 2, quadro 3 e quadro 4) que correspondem aos valores do primeiro elemento de cada cartela, essas variáveis ficam invisíveis para o jogador.

O usuário deverá iniciar o jogo clicando na bandeira verde, momento em que todas as cartas terão uma borda preta (fantasia 1 do ator) para indicar que nenhuma delas foi selecionada. Depois que escolher o número o jogador clica sobre as cartas que contém esse número para selecioná-las (momento em que as cartas clicadas trocam para a fantasia 2 que contém o desenho com uma borda verde). Selecionadas as cartas o jogador clica sobre a seta, que mostrará uma mensagem informando o número escolhido. O ator seta é responsável pela soma dos primeiros números de cada carta selecionada. Esse valor de cada carta é indicado ao programa pelas variáveis que são alteradas, através da seleção, para o valor do primeiro número da sua carta correspondente. A figura 19 apresenta o código do ator seta.

Figura 19: Programa do ator seta



Fonte: Elaboração própria

É possível visualizar o arquivo no Scratch através do *link*: <https://scratch.mit.edu/projects/822500678>.

### Questionamentos ao participante:

- Quais alterações você fez no projeto?
- Para fazer a alteração no projeto que recursos você utilizou?
- Que outras possibilidades poderiam estar inclusas nesse projeto?
- E com os alunos, como poderia ser utilizado esse projeto?

### Atividade 6 – Investigando movimentos

#### Objetivos:

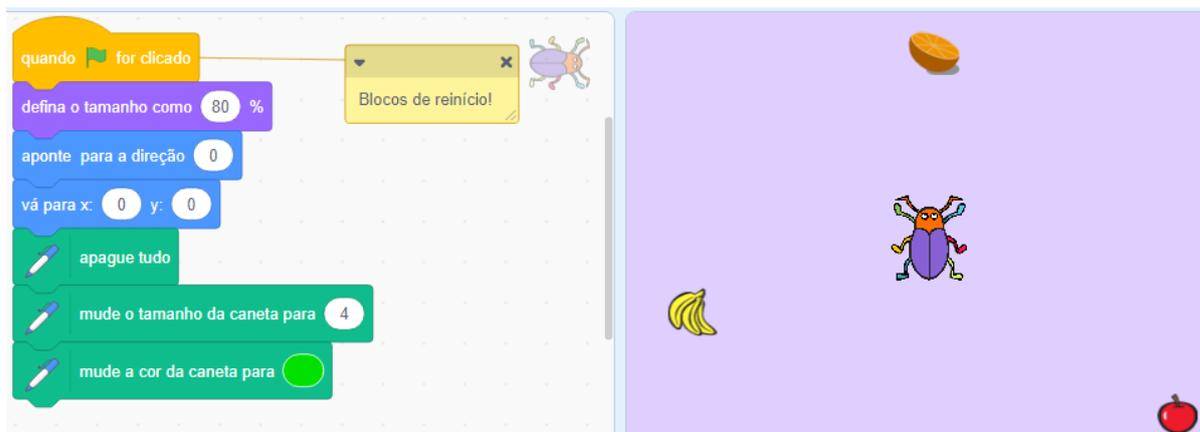
- identificar movimentos absolutos e relativos realizados pelos *sprites* no Scratch associando-os aos respectivos blocos que os executam;
- elaborar algoritmos que utilizam movimentos absoluto e relativo;
- conhecer a convenção de direção do Scratch;

As investigações propostas nessa atividade exploram diferentes movimentos do *sprite* (ator) no *stage* (palco) e contribuirão para que o participante reflita sobre propriedades matemáticas e explore-as em construções no *software*.

#### Investigando Movimentos – parte 1

Para essa investigação cada participante abrirá um projeto pré-elaborado no Scratch, conforme a imagem 20.

Figura 20: Investigando Movimentos



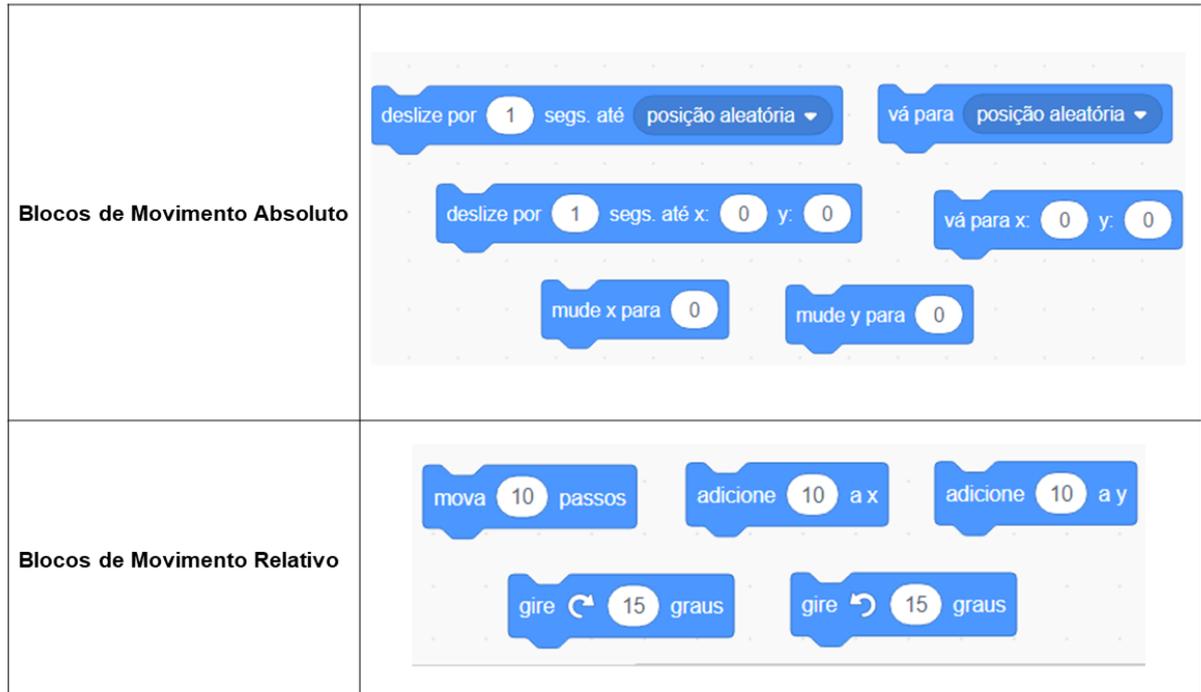
Fonte: Elaboração própria

O participante deverá criar três caminhos para deslocar o besouro até cada uma das frutas. Para a elaboração de cada algoritmo deverá utilizar blocos diferentes.

Link do projeto: <https://scratch.mit.edu/projects/822502862>.

Ao produzir os trajetos espera-se que o participante explore as possibilidades de movimento absoluto e relativo presentes no *software*. Os blocos de movimento absoluto referem-se aqueles blocos que movem o *sprite* exatamente para uma posição, como os blocos: “vá para...”, “mude x para...”. Já nos blocos de movimento relativo o movimento depende da direção atual do *sprite*. Blocos como “mova” e “gire” pertencem ao conjunto de blocos de movimento relativo. A figura 21 ilustra os blocos desses movimentos.

Figura 21: Blocos de movimento absoluto e relativo



Fonte: Elaboração própria

### Questionamentos ao participante:

- Quais diferenças você identifica em relação aos blocos que utilizou para a construção dos algoritmos de movimento?

- Como você identificou as posições dos *sprites* no palco? (caso tenha utilizado o bloco “vá para x...y...” ou “mude x para...”)

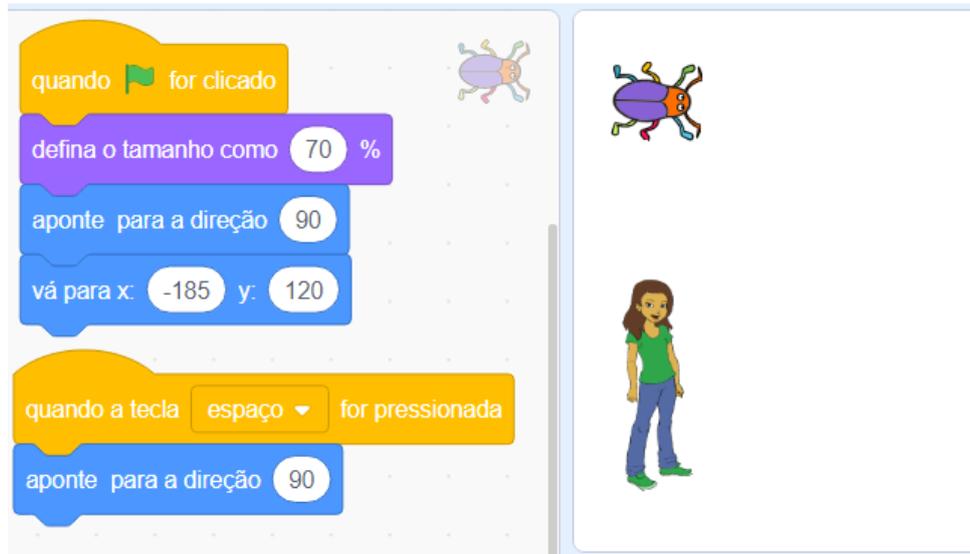
- Como você identificou os valores de bloco gire?

\*Ao final o participante será instigado a reconhecer os blocos de movimento relativo e absoluto.

### Investigando Movimentos – parte 2

O participante irá abrir o arquivo do Scratch com dois *sprites* que possuem o mesmo *script* a ser explorado, conforme ilustra a figura 22.

Figura 22: Explorando o bloco aponte para a direção



Fonte: Elaboração própria

No projeto ilustrado pela figura 22 o participante deverá alterar o valor do bloco “aponte para a direção 90”, inserindo o mesmo valor em cada *sprite* para executar o *script* e observar semelhanças e diferenças. Com essa exploração espera-se que o participante identifique que esse bloco varia a orientação original da fantasia no *paint editor* do *software* e não faz relação com sua aparência visual (ROCHA, 2017).

#### Questionamentos ao participante:

- O que acontece com cada *sprite* quando a direção é alterada para zero? E para -90?

- Diante das explorações, que significado você atribui às posições: 0, 90, -90, 180 para os *sprites*?

Após os questionamentos o participante abrirá o *paint editor* do Scratch para visualizar a orientação visual da fantasia e será convidado a alterar o centro de rotação para explorar novamente suas diferentes direções, verificando que ele é o centro de referência de todos os movimentos.

#### Atividade 7 – Desenhando com o Scratch

##### Objetivos:

- criar algoritmos que executem polígonos;
- criar subprocedimentos;
- usar conceito de iteração.

O participante será convidado a criar um algoritmo que desenhe um quadrado e um triângulo equilátero. Após será apresentado o recurso “criar blocos” do *software* que permite ao usuário criar subprocedimentos que podem ser utilizados em outros programas.

Ao concluir a construção o participante será desafiado a pensar um conjunto de procedimentos que desenha um polígono regular qualquer.

Todos os subprocedimentos criados nessa atividade serão adicionados na “mochila<sup>21</sup>” do Scratch para que possam reaproveitados na atividade final.

### **Questionamentos ao participante:**

- Explique seus procedimentos para a criação de cada subprocedimento.

\* Os questionamentos serão a partir da construção de cada participante observando blocos utilizados como movimento, rotação, repetição, variável,...

### **Atividade 8: Projeto pessoal - Criando padrões geométricos**

#### **Objetivos:**

- criar padrões geométricos no Scratch;
- explorar transformações geométricas: como rotação, translação e reflexão
- criar subprocedimentos

Inicialmente a pesquisadora mostrará alguns padrões geométricos ao participante, destacando sua presença na natureza, em diferentes culturas e na decoração. Observando a figura 23, que contém alguns padrões decorativos em azulejos, o participante será convidado a criar um padrão geométrico próprio com seus blocos de polígonos regulares criados na atividade anterior.

---

<sup>21</sup> A mochila é um recurso do Scratch que permite copiar atores, códigos, planos de fundo e sons de qualquer projeto para ser utilizado em seus próprios projetos. O recurso está disponível apenas no editor online, sendo necessário que o usuário esteja logado em sua conta.

Figura 23: Padrões geométricos



Fonte <http://br.pinterest.com>

#### Questionamentos ao participante:

- Como você montou seu padrão?
- Foram necessários mais subprocedimentos?
- Quais conceitos matemáticos você identifica nesse projeto?
- Quais conceitos relacionados à computação?
- Que explorações matemáticas poderiam ser feitas com os alunos a partir desse projeto?

#### Atividade 9: Encontro coletivo

Ao final de todos os encontros individuais será realizado um encontro presencial coletivo em que cada participante poderá apresentar seu projeto de padrões geométricos, suas impressões quanto ao *software* e a articulação com os conceitos do Pensamento Computacional e Matemático incluídos nas atividades.

#### Questionamentos aos participantes:

- Como você se sentiu em relação às atividades? E quanto ao *software*?
- Que relações você vislumbra dessas atividades com sua sala de aula?
- Que possibilidades de articulação entre Matemática e Computação você visualiza?

Abaixo apresenta-se no quadro 9 um resumo das atividades a serem realizadas em cada encontro destacando elementos da computação que estão incluídos em cada atividade.

Quadro 9: Resumo das atividades da formação

Encontro	Atividade	Resumo da atividade	Elementos da Computação	Previsão de recursos do software/site/aplicativo que poderão ser utilizadas
---	Entrevista (a distância)	Responder a entrevista	- Definição(pessoal) de Pensamento Computacional	- Acesso ao formulário online
1º Encontro	Entrevista online	Diálogo com a pesquisadora	- Percepções do participante	- Uso do Google Meet
	Explorando um algoritmo	Algoritmo: aquecer a água para o café	- Algoritmo - Condicional - Abstração	- Clicar, arrastar, excluir e criar elementos no <i>Padlet</i>
1º e 2º Encontros	Mágica do Calendário	Calcular a soma dos números que estão no quadrado do calendário	- Algoritmo - Linguagem de programação do Scratch - Reconhecimento de padrões - Abstração	- Pergunta/resposta - Operadores matemáticos
3ª e 4ª Encontros	Mágica dos cartões binários	Identificar os cartões que contém o número e fazer a soma do primeiro número de cada cartão. Ampliar a mágica.	- Algoritmo - Reaproveitar programas - Variáveis - Abstração - Reconhecimento de padrões	- Operadores matemáticos - Variável - Eventos - Paint editor
5º Encontro	Investigando movimentos I e II	Explorar blocos de movimento absoluto e relativo	- Compreensão da linguagem e convenção utilizada pelo software para a realização de movimentos - Reconhecimento de padrões - Abstração	- Blocos de movimento - Centro de rotação - Paint editor - Caneta
5º e 6º Encontros	Desenhando com o Scratch	Criar comandos que desenhem: quadrado, triângulo equilátero e polígono	- Algoritmo - Subprocedimentos - Variáveis - Iteração - Reaproveitar programas	- Repetição - Criar Blocos - Variável - Operadores matemáticos - Blocos de movimento - Caneta

		regular qualquer.	- Reconhecimento de padrões - Decomposição - Abstração	
6° e 7° Encontros	Projeto pessoal	Criar um padrão geométrico	- Subprocedimentos - Variáveis - Iteração - Reaproveitar programas - Reconhecimento de padrões - Decomposição - Abstração	- Blocos de movimento - Repetição - Criar Blocos - Variável - Operadores matemáticos - Caneta
8° Encontro (Presencial)	Compartilhamento de projetos	Compartilhar suas experiências durante a formação e perspectivas		

Fonte: Elaboração própria

O quadro acima apresenta uma projeção das atividades e dos encontros que foram adaptadas de acordo com o ritmo de cada participante.

## 7 RESULTADOS PRELIMINARES

De acordo com a metodologia proposta para essa tese, primeiramente foi realizada o experimento para a testagem do material e métodos que foram aprimorados para o experimento final da pesquisa.

O experimento piloto desta pesquisa ocorreu de agosto a setembro de 2021. Foram realizados cinco encontros *online* em que foram testadas as atividades: Entrevista, Entrevista online, Mágica do calendário e Mágica dos cartões binários. A escolha das atividades se deu a partir da hipótese de que os participantes não teriam conhecimento prévio do tema e do *software* Scratch. Inicialmente a pesquisadora tinha como propósito testar mais atividades, mas isso não foi possível dentro do tempo acordado com os participantes. O Google Classroom não foi testado nessa fase, já que ela tinha como foco experimentar as potencialidades das atividades elaboradas e a ferramenta dos encontros virtuais.

Os encontros ocorreram através do Google Meet de forma individual. Foram cinco encontros com cada participante com duração de uma hora. Todos os encontros foram gravados através do recurso de gravação do Google Meet e após foram transcritos pela pesquisadora com o auxílio do site Web Captioner<sup>22</sup>. Após a transcrição inicial do site a pesquisadora comparava o material transcrito com o vídeo e fazia as devidas correções, além de indicar tempo de fala e realizar capturas de tela de momentos significativos de cada encontro.

A dinâmica dos encontros respeitou o planejamento inicial de cada atividade, além do tempo de resolução de cada uma das participantes, implicando na necessidade de mais de um encontro para a resolução da atividade apresentada. As participantes iniciavam a sua resolução usando o recurso destinado a atividade, em alguns momentos, elas optaram por utilizar lápis e papel para organizar seus pensamentos. Enquanto realizavam as atividades no *software* foi solicitado que elas utilizassem o recurso de compartilhamento de tela para que a pesquisadora pudesse acompanhar sua produção e dar seguimento ao processo de questionamento conforme previsto no método clínico.

---

<sup>22</sup> <https://webcaptioner.com/>

## 7.1 PARTICIPANTES

O experimento piloto foi composto por duas professoras de matemática que atuam em outras redes de ensino, diferente da que irá compor o estudo do experimento final. Essa escolha se deu a partir de um convite da pesquisadora a professoras conhecidas por ela, mas que não tinham vínculos de trabalho que lhe permitisse traçar seu perfil profissional. Essa opção, para a pesquisadora, poderia aproximá-la da situação que encontraria no experimento final.

As participantes do experimento piloto foram referenciadas nessa tese com nomes de figuras femininas importantes na área da Matemática e da Ciência. Foram escolhidas duas mulheres que se destacaram ao exercerem suas funções na *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) como “Computadores Humanos” durante o período em que os Estados Unidos estavam na busca pela conquista espacial, são elas:

- Katherine Johnson – foi a primeira grande mulher na história da *National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA), posteriormente substituída pela NASA. Inicialmente ocupava a função de Computador, sendo responsável por realizar cálculos, que mais tarde passaram a ser realizados por computadores eletrônicos. Katherine, entre outros feitos, foi a responsável por calcular a trajetória da expedição de Alan Shepard em 1961.
- Dorothy Vaughan – trabalhou durante 28 anos na NACA/NASA na área de computadores (inicialmente humanos e depois com os eletrônicos). A partir de 1949 iniciou a coordenação de uma equipe exclusiva de mulheres (*computers*). Seu trabalho foi essencial para a implementação da linguagem Fortran na NASA.

Diante do conjunto de questões das entrevistas foi possível traçar um perfil das participantes do experimento piloto:

A professora Katherine possui licenciatura em Matemática e pedagogia, especialização em Educação Infantil e em Matemática e Mídias Digitais. Atualmente é professora de Matemática do sexto ao nono ano e supervisora escolar. Usa tecnologia para a preparação de suas aulas e o Google Meet para as aulas remotas.

Já utilizou o GeoGebra<sup>23</sup>, mas atualmente com a péssima situação dos laboratórios de informática da escola, não tem utilizado recursos digitais. Quanto ao Pensamento Computacional já ouviu falar, reconhece que tem relação com resolução de problemas de diversas áreas, mas nunca se aprofundou no tema.

A professora Dorothy possui licenciatura em Matemática, especialização e mestrado na área de ensino de Matemática. Atua em turmas de oitavo e nono ano do Ensino Fundamental e no Ensino Médio com turmas de nível técnico (Técnico em Administração e Magistério). Ela afirma que gosta de tecnologia e usa muito em seu dia a dia, e com a pandemia esteve bem presente em suas aulas. Além dos recursos do Google Sala de Aula (Google Meet, drive, sala de aula, e-mail) utiliza com seus alunos site de livros, sites com conteúdo matemático e o *software* GeoGebra. Dorothy afirma que antes da pandemia utilizava bastante o GeoGebra, mas que nos últimos dois anos o uso ficou menos frequente em virtude da capacidade de armazenamento dos celulares dos alunos e da falta de estrutura dos laboratórios de informática da escola. Em relação ao Pensamento Computacional teve a oportunidade de auxiliar os alunos com o Scratch durante uma prática de trabalho de conclusão de curso de um professor, porém afirma que não tem conhecimento mais aprofundado sobre o assunto. Para ela, Pensamento Computacional envolve a “organização de ideias e comandos para resolução de uma tarefa utilizando tecnologia.”

## 7.2 ANÁLISE DE DADOS – EXPERIMENTO PILOTO

O modelo de questionário *online* atendeu as expectativas iniciais e permitiu um conhecimento prévio da pesquisadora sobre as participantes, permitindo uma conversa inicial na entrevista *online* sobre o uso da tecnologia e conhecimentos sobre o Pensamento Computacional. Identificou-se que as duas participantes usam tecnologias em seu dia a dia e já utilizaram com os alunos, com destaque para o *software* GeoGebra. É interessante destacar que as duas desenvolveram suas pesquisas de especialização e mestrado com esse *software*, com destaque a geometria dinâmica, o que implica na utilização dele na prática diária de sala de aula.

---

<sup>23</sup> GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica, destinado ao ensino em diversos níveis. Ele envolve recursos de geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatística e cálculo. Também possui uma plataforma online (<https://www.geogebra.org/>) com acesso a materiais, recursos e uma comunidade virtual que compartilha materiais e permite a criação de salas de aula virtuais.

A falta de estrutura física foi destacada como motivo para o pouco uso da tecnologia em aulas presenciais. Nas aulas remotas, que ainda ocorreu para ambas durante esse ano, prevaleceu o uso do Google Meet. Uma delas afirmou que esse recurso era utilizado mais para aulas expositivas e que o uso de *softwares* e *sites* como recurso de atividades não ocorreu. Essa falta de estrutura também foi apontada por Brackmann (2017) quando faz referência a possibilidade do trabalho com atividades desplugadas que permitem o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional com poucos recursos, uma possibilidade ainda desconhecida por muitos profissionais e que não foi comentada por Dorothy nem Katherine.

Dorothy contou que durante a graduação teve a oportunidade de conhecer o Logo e que realizou algumas atividades com ele que envolviam desenhos, mas não lembrava maiores detalhes. O Scratch foi um contato mais superficial enquanto auxiliou um colega na sua aplicação do trabalho de conclusão de curso. Já Katherine utilizou o Scratch em um curso para fazer uma animação, mas não recordava seus recursos e possibilidades.

A partir dessa entrevista deu-se início as atividades que serão analisadas nas próximas subseções.

### **7.2.1 Atividade Mágica do Calendário: compreensão e escrita do algoritmo**

A apresentação inicial da mágica foi realizada através de um Jamboard<sup>24</sup> em que a pesquisadora apresentou as participantes a figura com um calendário e o quadrado 3x3 traçado, conforme já foi apresentado na metodologia desta tese.

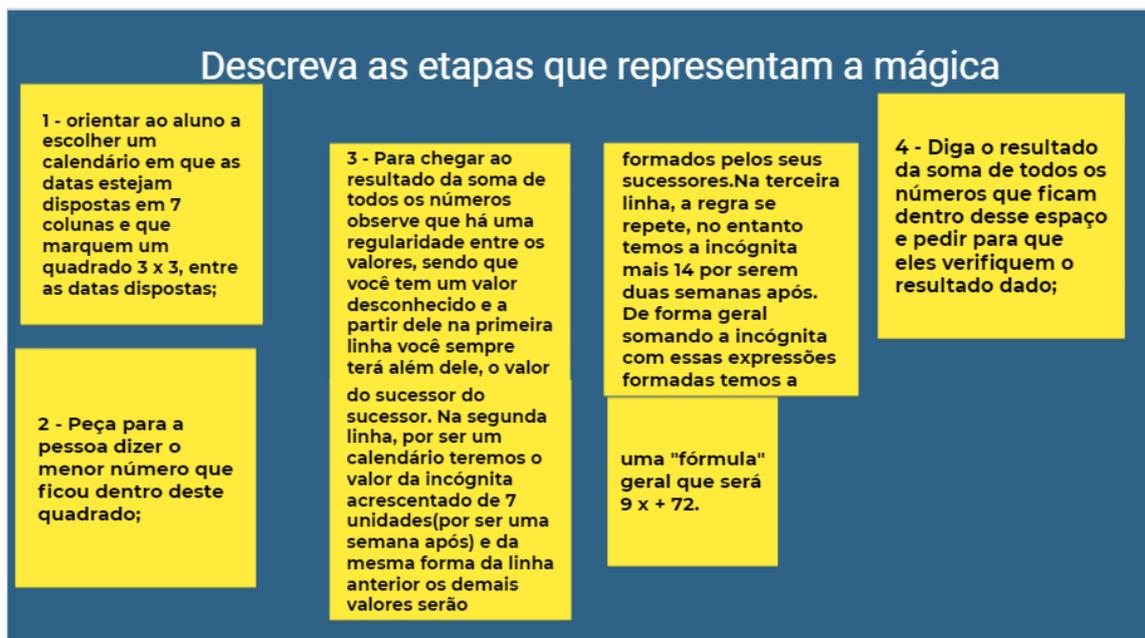
Inicialmente as duas participantes indicaram que não conheciam a mágica e ao serem desafiadas a escrever o algoritmo que representava a situação indicavam uma certa confusão em quais informações deveriam ser apresentadas. A pesquisadora afirmava que deveriam “criar um manual” para que alguém pudesse realizar a mágica, mesmo assim a dúvida delas estava em torno de quais etapas deveriam ser descritas e em como chegar à fórmula geral da soma dos dias contidos no quadrado.

---

<sup>24</sup> O Jamboard é um quadro interativo que compõe os recursos do Google. É semelhante a um quadro branco, admitindo a inclusão de imagens, links, textos,... O arquivos Jambord podem ser compartilhados com outras pessoas, além de permitir a inclusão de colaboradores que podem trabalhar juntos em tempo real. Há uma ligação entre o Google Meet e o Jambord permitindo que durante a chamada um quadro seja compartilhado com os participantes.

O algoritmo de Katherine contém explicações mais detalhadas e que indicavam que seu objetivo era ensinar um professor a realizar a atividade, conforme pode ser observado pela figura 24.

Figura 24: Algoritmo da Mágica do Calendário – professora Katherine



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Em seu algoritmo Katherine apresenta uma explicação completa sobre o seu próprio processo de compreensão da mágica, transpondo todas as propriedades identificadas ao longo da sua compreensão e escrita da fórmula geral que calcula a soma dos números que compõem o quadrado. Observa-se que essa escrita lhe permitiu pensar sobre o seu próprio ato de pensar, ao mesmo tempo que demonstrava suas abstrações pseudoempíricas sobre a atividade, como também é observado em suas falas:

**Katherine:** Os valores da primeira linha eu tenho como saber a partir do número dito.

**Pesquisadora:** É, mas como eu poderia descobrir os números da segunda linha? Como saberia quem está abaixo do 5?

**Katherine:** Por ser um calendário a gente sabe que é de 7 em 7. Então ali já consigo descobrir os números que estão abaixo. Esse que não sei é o x. Eu teria q fazer um por um:  $x+1$ ,  $x+2$ ,  $x+3$ ... $x+16$ .

**Pesquisadora:** E será que você consegue pensar em um jeito que facilite para fazer a mágica?

**Katherine:** Deixa eu me organizar melhor (passa a escrever). Dá  $9x + 72$  (Ela testa alguns valores e verifica que funciona)

As falas de Katherine indicam suas compreensões iniciais do problema e demonstram as relações que fez com seus esquemas algébricos já acomodados.

Durante sua escrita a participante demonstrou que, do ponto de vista da abstração, ainda há uma ausência quanto a representação algébrica final, já que a presença do 9 ainda estava indefinida para ela, conforme é reforçado pela sua fala transcrita abaixo:

**Katherine:** O 9 ali deve ter alguma relação ali por ser um quadrado 3x3. Ou não?

**Pesquisadora:** Qual relação?

**Katherine:** O 9x.

**Pesquisadora:** O que tu achas que é esse 9x?

**Katherine:** É a área do quadrado

**Pesquisadora:** E o que representa esse 9?

**Katherine:** O 9 seria o lado vezes o lado, 3 por 3. É a área do quadrado. É todo o espaço ali.

Assim, Katherine mostrou que seu processo de abstração reflexionante ainda estava apoiado em uma abstração pseudoempírica, sendo que os observáveis a levaram a relações não observáveis, tentando compreender elementos que compõem o problema.

A participante Dorothy apresentou um algoritmo de maneira mais sintética, conforme pode ser observado na figura 25.

Figura 25: Algoritmo da Mágica do Calendário – professora Dorothy

## Descreva as etapas que representam a mágica

**Mágico:** 1º) Entregue um calendário para o ouvinte;  
Solicite que o ouvinte escolha nove números de forma quadrangular 3x3, esses valores devem pertencer ao mesmo mês, cuidando para que não falte nenhum número neste quadrado.

**Ouvinte:** 2º) Pergunte para o ouvinte qual é o menor número do quadrado;

**Mágico:** 3º) Com o menor número em mente multiplique o valor anunciado por 9 e adicione 72 ao resultado.

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

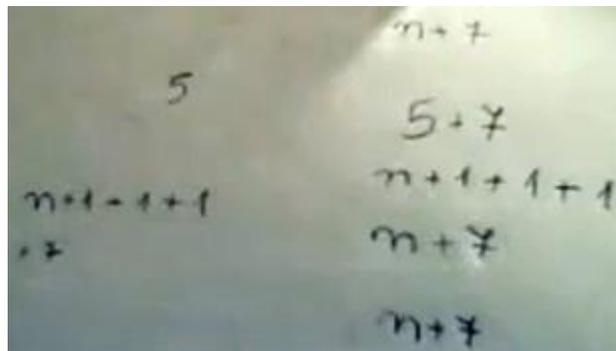
Ao fazer a distinção de ações do mágico e do participante, Dorothy identificou diferentes tipos de ações e que as ações do mágico têm uma relação de dependência com a ação do participante. A participante também mencionou, durante a atividade, sua dificuldade com a escrita e em como organizar seu pensamento:

**Dorothy:** Difícil descrever, professor fala, falar é mais fácil. Não tô conseguindo montar uma ordem de exercício para isso. A minha maior dificuldade é escrever. Falar tu vai ali explica e vai dando os comandos, vai observando e a escrita tem esse..., acho que eu escrevo pouco, então eu fico no vai e volta e essa dificuldade de se fazer entender ou escrever de uma forma que outra pessoa entenda, sei lá. Isso é uma das coisas até que a gente quer cobrar dos alunos não é só cálculo a gente tem que escrever e aí de repente a gente se pega fazendo também essas coisas, dá aquela angústia. Às vezes na aula tu tá lá explicando para o aluno, está falando, mas que não escreve, para ele é complicado será que ele vai entender só no ouvir? Parece que escrevendo a gente grava mais.

Ao compartilhar suas dificuldades, Dorothy expressou uma abstração pseudoempírica provocada pelo processo de escrita do algoritmo que se tornou um objeto-de-pensar-com provocando reflexões sobre a sua prática diária com os alunos. Identificou-se aqui a presença de um processo de abstração refletida no qual ela expressou a tomada de consciência.

As abstrações de Dorothy quanto às propriedades matemáticas do problema também se mostraram baseadas nos observáveis e modificou-os enriquecendo com propriedades que eram fruto de coordenações anteriores (BECKER, 2012), neste caso sistematizações algébricas que podem ser visualizadas na figura 26.

Figura 26: Registros iniciais de Dorothy



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Os registros de Dorothy mostraram a organização do seu pensamento na tentativa de escrever os números que estavam no calendário de uma forma geral, retirando do problema informações que provém de suas experiências anteriores. Dorothy seguiu sua transcrição, baseada em abstrações pseudoempíricas, conforme expressou:

**Dorothy:** O que está embaixo do 5 seria o  $n$  mais sete e o próximo seria o  $n+7+1$ . Esse é o 13, mas aí tu tem  $n + 7 + 1$  para o próximo ou seja é  $n+8$ ?

**Pesquisadora:** Tu acha que funciona?

**Dorothy:** Sim,  $5+8$  é 13! E o outro  $n$  mais nove aí na linha de baixo seria  $n + 14$ ,  $n+15$  e  $n + 16$ . Tá mas daí tu como é que tu faz essas soma? Mas tu não fica somando tudo isso né?

**Pesquisadora:** Não

**Dorothy:** Eu tenho que somar todos esses valores esse 1,2,7,8,...Vamos ver se funciona. Vou testar com o 5. Tu tinha dito que a soma quando era 5 dos números era 117?

**Pesquisadora:** Sim

**Dorothy:** Ah, fechou!

**Pesquisadora:** E como que tu chegou?

Dorothy mostrou seus registros, conforme ilustra a figura 27:

Figura 27:Fórmula gral de Dorothy

$n, n+1, n+2, n+7, n+8$   
 $n+9, n+14, n+15, n+16$   
 $9n+k$   
 $9n+72$

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

A fala transcrita acima ilustra o momento em que Dorothy vai colocando em relação os elementos retirados de um patamar inferior com os já situados no superior evidenciando processos de abstração reflexionante.

A escrita do algoritmo que representa a mágica se mostrou uma forma de usar esse elemento da computação como um objeto-de-pensar-com levando as participantes a ativarem processos de abstração reflexionante. Identificou-se que em todo esse processo as participantes se apoiaram em suas atividades cognitivas anteriores fruto de abstrações reflexionantes sobre conceitos algébricos e toda a sua estrutura conceitual.

O processo de generalização do algoritmo por Katherine ocorreu de forma semelhante, mas ela não mostrou seus registros escritos, mesmo assim sua fala também indicou seus processos de compreensão do problema:

**Katherine:** Os valores da primeira linha eu tenho como saber a partir do número dito.

**Pesquisadora:** É, mas como eu poderia descobrir os números da segunda linha? Como saberia quem está abaixo do 5?

**Katherine:** Por ser um calendário a gente sabe que é de 7 em 7. Então ali já consigo descobrir os números que estão abaixo. Esse que não sei é o  $x$ . Eu teria q fazer um por um:  $x+1, x+2, x+3...x+16$ .

**Pesquisadora:** E será que você consegue pensar em um jeito que facilite para fazer a mágica?

**Katherine:** Deixa eu me organizar melhor (Passa a escrever)

**Katherine:** Dá  $9x + 72$ ? (Ela testa alguns valores e verifica que funciona)

Nota-se que a participante de imediato identificou algumas propriedades dos números que estavam no calendário, ao mesmo tempo solicitava confirmações da pesquisadora a respeito de suas conclusões, e a necessidade de generalização da mágica se deu a partir de intervenções. Mesmo após essa generalização e suas abstrações inicialmente baseadas nas propriedades visíveis, a participante, durante a escrita do algoritmo, mostrava suas incertezas e reflexões geradas pelo movimento de escrita do algoritmo. Ao finalizar a escrita ela afirmou:

**Katherine:** O 9 ali deve ter alguma relação ali por ser um quadrado 3x3. Ou não?

**Pesquisadora:** Qual relação?

**Katherine:** O 9x.

**Pesquisadora:** O que tu acha que é esse 9x?

**Katherine:** É a área do quadrado

**Pesquisadora:** E o que representa esse 9?

**Katherine:** O 9 seria o lado vezes o lado, 3 por 3. É a área do quadrado. É todo o espaço ali.

Esse trecho indica seus processos de reflexão que ainda estavam sendo provocados durante o registro do algoritmo. Ou seja, a escrita do algoritmo estava se tornando um objeto-de-pensar-com para que pudesse atingir níveis mais elevados de compreensão do problema e das relações matemáticas ali apresentadas.

### 7.2.2 Atividade Mágica do Calendário: reprodução no Scratch

Nessa subseção será analisada a reprodução do algoritmo no Scratch pelas participantes. Cada uma recebeu uma imagem com o programa criado no Scratch que calculava a soma dos números contidos no quadrado traçado no calendário, conforme foi apresentado pela figura 16 no capítulo anterior desta tese.

Inicialmente a pesquisadora apresentou o *software* Scratch mostrando as ferramentas básicas, destacando os conjuntos de blocos, a área de comandos e o palco. Após essa apresentação inicial cada participante iniciou sua reprodução, destaca-se, conforme já foi explicitado na metodologia, que cada participante estava em uma videochamada individual com a pesquisadora em dia e horário diferentes.

O processo de reprodução do código transcorreu de forma semelhante para as duas participantes, realizaram toda a programação, conforme o modelo, porém no final indicaram um erro no programa (*bug*): ele não calculava corretamente a soma. Ao fazer alguns testes Katherine supôs que seu erro estava no último bloco do programa, ou seja, no bloco responsável pela soma, o mesmo ocorreu com Dorothy. O quadro 10 apresenta o programa de cada uma das participantes.

Quadro 10: Programa do calendário com bug

Programa Katherine

Programa Dorothy

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Os programas criados pelas duas participantes eram muito semelhantes e possuíam o mesmo *bug* que impedia que no final a soma dos números do quadrado fosse realizada corretamente. O *bug* nos programas estava no encaixe dos blocos, já que o bloco da soma estava dentro do segundo fator da multiplicação o que implicava na seguinte ordem de resolução  $resposta \times (9 + 72)$ . Ou seja, a adição era realizada primeiro e o seu resultado multiplicado pela resposta digitada pelo usuário. Apresenta-se a investigação desse erro por parte de uma das participantes:

**Katherine:** Eu não sei se é essa parte aqui que eu não encaixei certo.

Nesse momento Katherine desencaixa o bloco da soma conforme ilustra a figura 28 e segue sua investigação.

Figura 28: Investigação de Katherine



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

**Katherine:** Não sei se aqui essa partezinha aqui eu nunca achei certo, olha aqui é daquele mesmo que tinha que colocar a resposta vezes. Eu coloco em cima o valor aqui. Eu não achei outra opção para colocar aqui

**Pesquisadora:** E o que está acontecendo?

**Katherine:** Eu tô achando que ele tá fazendo vezes o resultado dentro desse bloquinho. Mas eu não encontrei outra opção para colocar ali.

Mesmo identificando o problema Katherine não sabe como solucioná-lo, já que, de acordo com suas coordenações anteriores, esse conjunto de operações todas juntas eram operadas seguindo os critérios de prioridades matemáticas de resolução: primeiro seria efetuada a multiplicação e depois a soma. A participante não percebeu que a inclusão do bloco da soma dentro do segundo fator da multiplicação indicava que ela seria realizada primeiro. Esse mesmo fato ocorreu com Dorothy.

O *bug* nos programas das participantes também estava relacionado a pouca experiência com o *software*, pois a montagem estava baseada em suas abstrações anteriores da escrita à mão em que simplesmente seria necessário escrever:  $resposta \times 9 + 72$ . Katherine e Dorothy demonstravam em suas falas qual a ordem de resolução das operações, porém não identificam como isso deveria estar organizado no *software*, ou seja, seria necessário primeiramente pegar o bloco da adição e incluir em uma das parcelas o resultado da multiplicação da resposta por nove, conforme ilustra a expressão:  $(resposta \times 9) + 72$ .

Desta forma, ao escrever um programa e encaixar os blocos é necessário considerar a ordem de resolução no encaixe os blocos, pois é ela que indica, no caso do Scratch, como as operações devem ser realizadas. Neste sentido, o *software* proporcionou às participantes pensar sobre a estrutura do problema que precisava ser indicada no código, ativando abstrações diferentes daquelas que estão envolvidas em sua resolução no papel. Destaca-se que essa forma de pensar provocada pelo *software* também precisa passar por processos de abstrações apoiadas sobre o programa e sua forma de execução em sinergia com seus esquemas já construídos

que lhes permitem fazer abstrações pseudoempíricas de todo o processo que podem lhes permitir transformá-las em abstrações refletidas.

Após sucessivas explorações Katherine e Dorothy observaram que a posição dos blocos precisava ser alterada e demonstraram essa compreensão em suas falas:

**Dorothy:** a questão é que ele faz o grupo né, ele vai fazer primeiro aqui o que tá dentro desse círculo e aí depois que ele vai chamar o que tá fora. (Altera a ordem dos blocos)

**Katherine:** Eu tenho que fazer a resposta vezes 9 mais 72 (desencaixa a soma e a multiplicação e vai movimentando os blocos até que se encaixem corretamente).

A conclusão do programa levou Dorothy a pensar nessa atividade com os alunos e o quanto o *software* poderia contribuir para essa compreensão da hierarquia de resolução das operações em uma expressão, pois ela acredita que logo eles identificariam que essa resolução ocorre em blocos. Segundo a participante isso contribuiria para que eles pensassem menos na regra de resolução e mais na estrutura do problema e como ele deve ser resolvido. As conclusões de Dorothy avançaram no sentido que essa tese atribui para a inserção de conceitos computacionais no ensino de Matemática, permitindo abstrações reflexionantes que favoreçam tomadas de consciência pelos sujeitos.

Essa análise da Atividade Mágica com o Calendário foi publicada pela autora e seu orientador na revista *Renote* sob o título: *Pensamento Computacional na Formação de Professores de Matemática* (ROCHA; BASSO, 2021).

### **7.2.3 Atividade Mágica dos cartões Binários – Compreendendo o problema**

A segunda atividade realizada foi a atividade de Mágica com Cartões Binários em que a proposta era adaptar a mágica que já estava programada no Scratch.

Nessa seção serão apresentadas e analisadas as compreensões iniciais da mágica expressas pelas participantes antes de adaptarem o programa no Scratch. Cabe destacar que para a análise as respostas e produções das participantes foram agrupadas, mas a atividade foi desenvolvida individualmente em videoconferências individuais em dias e horários distintos.

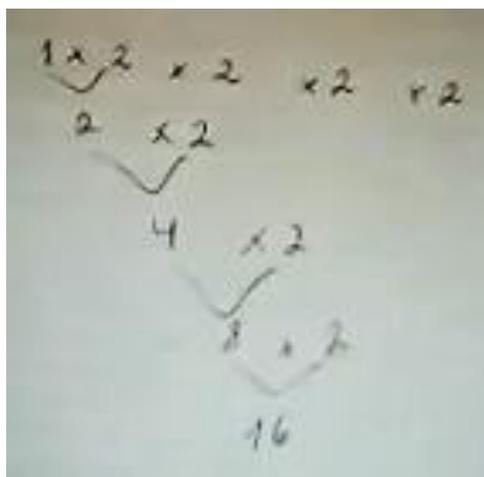
A atividade ocorreu seguindo a programação apresentada na metodologia desta tese. Primeiramente foi realizada algumas seções de “adivinhação” do número pensado e já nesse momento as participantes se perguntavam qual seria o segredo dessa mágica.

Katherine inicia suas análises com as seguintes percepções:

**Katherine:** na primeira cartela há uma certa regularidade em que todos os números são ímpares, mas esse fato não ocorre na segunda. O primeiro número de cada cartela é sempre o dobro da anterior.

Após a fala faz o registro escrito conforme ilustra a figura 29:

Figura 29: Registros iniciais de Katherine



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

**Katherine:** Aqui tem uma potência, mas o 1 não é uma potência de 2. E não consegue escrever ele como potência de 2, mas posso usar uma fração e aí tenho que usar o dois na base. 2 dividido por 2, mas não faz sentido aqui como os outros.

**Pesquisadora:** Por que não faz sentido?

**Katherine:** Porque não é potência como nos outros (Katherine fica pensando...)

**Pesquisadora:** Podemos pensar em outra divisão como  $2^2 \div 2^1$ , neste caso como ficaria a resposta?

**Katherine:** 2, porque 4 dividido por 2 é 2.

**Pesquisadora:** Mas podemos pensar de outra forma essa operação por serem potências?

**Katherine:** Ah sim, é só diminuir os expoentes e aí fica  $2^1$

**Pesquisadora:** Com base nisso que relação você consegue fazer na anterior?

**Katherine:** Fica  $2^0$ , que é um. É então o um pode ser dois elevado a zero.

Nesse trecho da entrevista clínica observou-se que a pesquisadora trouxe elementos para que a participante identificasse que o número um também poderia ser representado como uma potência. Esse fato contribuiu para induzir o pensamento de Katherine, para que ela respondesse o esperado pela pesquisadora. Aplicar a entrevista clínica requer habilidade, que vem com o tempo (DELVAL, 2002), mas esse fato também contribuiu para que a pesquisadora pudesse rever esses questionamentos propostos para a prática do experimento final. Além disso, esse fato era essencial para a compreensão de todo o processo que envolvia a estrutura dos

números dos cartões: a possibilidade de escrever qualquer número como uma soma de potências de dois.

Após mais algumas adivinhações Katherine foi questionada sobre o segredo da mágica, mas ainda não identificou qual a relação. Então seguiu-se o seguinte diálogo:

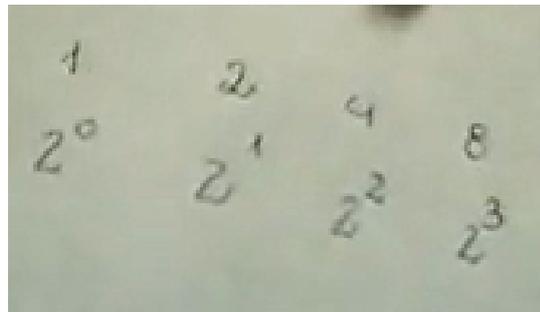
**Pesquisadora:** Se eu escolher o três ele estará na primeira e segunda carta, que relação você visualiza com base no que já foi discutido anteriormente?

**Katherine:** Um e dois. E aqui tem uma soma que dá três.

A partir desse diálogo Katherine testou mais alguns valores e concluiu que é sempre uma soma dos primeiros números de cada cartela. As indagações da pesquisadora demonstram que Katherine não tinha feito a relação das cartas selecionadas com o número a ser descoberto. Ao contrário, a participante Dorothy após algumas adivinhações já indicava que a mágica ocorria somando-se os primeiros números de cada cartela.

Ao ser questionada sobre a estrutura da mágica, Dorothy demonstrou seus registros dos primeiros números de cada cartela como potência de 2, conforme ilustra a figura 30.

Figura 30: Registros de Dorothy



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

E seguiu com suas conclusões:

**Dorothy:** Agora tô aqui pensando em como organizar esses números em cada cartela

**Pesquisadora:** E se tu escolhes um desses números para olhar.

**Dorothy:** O três está na primeira e segunda cartela, ele é a soma dos dois primeiros números, dois na zero mais dois na um. Se eu pegar o cinco, ele será dois ao quadrado mais dois na zero. (Dorothy vai falando e escrevendo)

**Dorothy:** Eu estou aqui compondo os números. Seria uma decomposição desses números como uma.. Cada elemento será essa soma com as potências de dois. (Mostra seu registro que está expresso na figura 29)

Figura 31: Registro das somas de Dorothy

$$3 = 2^0 + 2^1$$

$$\begin{array}{r} 2^0 \\ \hline 2^1 \end{array}$$

$$5 = 2^0 + 2^2$$

$$6 = 2^1 + 2^2$$

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

**Pesquisadora:** E eu consigo escrever o cinco, por exemplo, de outra forma?

**Dorothy:** Hum...não, só é possível escrever assim usando o dois como base.

As discussões iniciais a partir da mágica demonstraram o interesse das participantes em compreender qual a estrutura estava por trás da mágica e como eram os números que estavam em cada cartão. Esses processos de observar padrões e generalizar situações são características da matemática, mas também estão presentes nos processos computacionais. A proposição de atividades que estimulam esses processos permite que o sujeito explore suas abstrações refletidas na construção de representações que podem contribuir para construções de patamares mais elevados de pensamento.

Ao perceber as propriedades, Dorothy passou a escrever uma representação de vários números contidos nos cartões e depois seguiu com todos que seriam incluídos no próximo cartão, conforme pode ser visualizado na figura 32.

Figura 32: Decomposição dos números de Dorothy

$$\begin{aligned}
 19 &= 2^0 + 2^2 + 2^4 \\
 20 &= 2^1 + 2^2 + 2^4 \\
 21 &= 2^0 + 2^4 + 2^4 \\
 22 &= 2^1 + 2^4 + 2^4 \\
 23 &= 2^0 + 2^2 + 2^4 \\
 24 &= 2^3 + 2^4 \\
 25 &= 2^0 + 2^2 + 2^4 \\
 26 &= 2^1 + 2^3 + 2^4
 \end{aligned}$$

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Observando a imagem de Dorothy é possível identificar que em alguns números ela trocou o expoente pela potência, como é o caso do 21 em que o dois elevado a quarta potência aparece duas vezes, mas em uma dessas repetições ela deveria ter o expoente dois. Tal fato também ocorreu com o 22, como ela estava escrevendo as somas a partir da anterior essa troca se repetiu em outros valores, fato que ela percebeu somente quando estava transpondo para o *software*. Essa escrita organizada de Dorothy refletiu sua forma de pensar e a necessidade de trazer essa generalização para o papel, confirmando a sua hipótese inicial de era possível representar os números como somas de potências de dois.

Na próxima seção será analisada a proposta de adaptação da mágica no Scratch para que seja incluído mais um cartão.

#### 7.2.4 Atividade Mágica dos cartões Binários – Explorando o programa

Após o início da mágica as participantes foram convidadas a adaptar o programa no Scratch para executar a mágica com 5 cartões. Ao acessar o programa

elas testaram se ele realmente estava funcionando e em seguida observaram a programação pronta, conforme apresentado na figura 18, no capítulo da metodologia.

Após as participantes testarem o programa a pesquisadora mostrou as abas de código e de fantasia (editor de desenho) do *software*, além do local onde ficam listados todos os atores do projeto. As participantes fizeram questionamentos sobre o que era uma fantasia e observavam o que acontecia no programa conforme o usuário jogava.

As impressões iniciais das participantes quanto a essa programação já realizada no *software* fizeram com que expressassem algumas sugestões para melhoria do material. Katherine sugeriu que as cartas tivessem cores diferentes, pois durante a adaptação frequentemente se perdia em qual das cartas estava fazendo as alterações quando olhava para o palco do projeto ou a lista de atores. Essa sugestão de Katherine foi utilizada para a realização da atividade com Dorothy, o que a própria participante comentou que facilitou sua visualização, além da comunicação com a pesquisadora. Dorothy sugeriu outra nomenclatura para as variáveis, como por exemplo, carta azul, pois ela confundia-se com as fantasias e o nome das cartas que também usavam referências numéricas.

Observou-se abstrações pseudoempíricas das participantes, ao abstraírem os elementos essenciais desse objeto programa e fazendo relações com suas coordenações. Elas indicaram essas abstrações quando identificam cada propriedade do jogo, como alternância de cor da carta e como isso era manipulado internamente pelo *software*. Katherine demonstrou suas compreensões a respeito da fantasia ao observar os dois desenhos:

**Katherine:** Essa fantasia 2 é quando for selecionada a carta, né? Que fica com a caixa verde em volta.

**Pesquisadora:** Isso. E tu consegues identificar isso no código? (A pesquisadora solicita que volte a tela do código)

Katherine apontou para o conjunto de blocos correspondente ao clique e indicou o bloco azul (mude para a fantasia 2) como sendo o responsável pela mudança:

**Katherine:** Então quando tu clicar na carta 1 ele vai mudar para a fantasia 2.

Após Katherine observou os outros atores referentes as cartas do jogo e identificou que possuíam praticamente o mesmo conjunto de blocos, com exceção do primeiro. Dorothy também explorou os comandos e a sua primeira observação no

conjunto de comandos foi o bloco que trocava a fantasia identificando o bloco “mude para a fantasia”.

Essas observações a respeito da fantasia indicam as compreensões iniciais das participantes a respeito do programa identificando etapas do código e o que elas representam no programa como um todo. Mesmo sem se deter em todo o código partes dele já eram compreendidas. O programa correspondente ao ator seta foi percebido como o responsável pela soma, mesmo que o conceito de variável ainda não estivesse claro. No diálogo abaixo Katherine demonstrou suas compreensões a respeito do processo de soma do código:

**Pesquisadora:** E como ele faz a soma?

**Katherine:** Acho que ele tem uma fórmula por trás.

**Pesquisadora:** E como isso acontece?

**Katherine:** Pois é, na bandeira verde ele deseleciona para começar o jogo, faz todos ficarem com a borda preta, tem um reinício do jogo. E muda o “quadro1” para zero, por que para zero?

**Pesquisadora:** O que tu achas que isso representa?

**Katherine:** É o início

**Pesquisadora:** E aquele segundo conjunto de blocos?

**Katherine:** Ele registra o primeiro número da carta. Na verdade, o cálculo mesmo é feito quando tu clicas na seta, que é o quinto ator.

Nesse momento Katherine abriu o código do ator seta e foi relatando:

**Katherine:** Na verdade esse “você pensou no número” não teria necessidade de colocar né? Porque o resultado mesmo vai ser feito aqui dentro dessas...(mostra o bloco das somas) que é a soma dos valores que vão ser marcados aqui quando for selecionado a fantasia 2.

Após Katherine explorou os blocos, tentando fazer uma cópia do comando “junte” com o comando das sucessivas somas e olhou atentamente para a ordem que era executada cada soma. Nesse momento Katherine foi explorando a ordem de encaixes e destacou que suas ações no programa da atividade anterior não contemplaram essa ordem de sobreposição dos blocos para a resolução do cálculo. Apesar dessa percepção ela ainda complementou: “Aqui a ordem não faz diferença, porque é uma soma”, indicando suas coordenações com esquemas anteriores a respeito da propriedade associativa da adição.

As variáveis foram o elemento mais desafiador, já que não era possível visualizá-las durante o jogo, mas observando-as e analisando o ator 5 as participantes mostram suas abstrações iniciais dessa parte do programa:

**Dorothy:** Mude o quadro 2 para 2. Eu não entendi esse 2 para 2. Se eu clico aqui quando eu clico no ator ele muda...Tá vou ver a terceira carta daí o quadro na segunda que era dois para dois aqui é três para quatro. Mude para fantasia um, tá esse é de todos. Quando este ator dor clicado mude a fantasia 2 para dois. Meu cérebro ainda não entendeu esse (segue observando

as programações em especial a da seta). Ah, são as somas que ele vai fazer, é isso? É o valor que ele vai usar depois para o resultado.

**Pesquisadora:** Esses blocos quadro um, quadro dois, quadro três eu que criei, é o que a chamamos de variável. Aqui a variável indica um valor (numérico ou não) que quero guardar dentro da memória do computador e quando eu precisar desse valor eu vou usar.

**Dorothy:** É aqui que ele usa aqui que ele usa (aponta para o bloco que altera o valor da variável) depois para fazer a soma lá esse valor né tipo era a 0 agora vai ser um depois de clicar ali.

Ao demonstrar sua compreensão sobre a variável Dorothy também ampliou seu conceito sobre o estado inicial do programa, identificando o porquê era necessário atribuir zero a todas as variáveis:

**Dorothy:** Quando clico na bandeira verde ele vai reiniciar o jogo, então tu não pode acumular já tem uma soma lá, como na calculadora. A seta faz todas as somas e tem que ter um valor zero nas que a pessoa não clicar.

Katherine também identificou, em parte, o que representavam as variáveis no programa, pois quando questionada sobre seu significado ela respondeu:

**Katherine:** Ele vai trazer pra cá (aponta para a soma da seta) o valor de cada carta. Como foi trazido para cá?

**Pesquisadora:** Olhando para o programa como tu acha que isso ocorre?

**Katherine:** Quando eu apliquei a fantasia 2 digamos assim né, então ele levou o valor pra lá.

**Pesquisadora:** Os blocos quadro 1, quadro 2,... representam variáveis. Em programação uma variável representa um valor que precisa ser “memorizado” pelo computador para que depois possa ser usado quando houver necessidade. O valor da variável pode ser um número ou não e o nome também pode ser escolhido pelo programador.

**Katherine:** Que foi o que foi feito ali no último, na setinha digamos

**Pesquisadora:** Como assim?

**Katherine:** Tu levou essa variável lá para o final

Após a exploração do programa que executa a magia dos cartões binários cada participante foi convidada a ampliar a magia, acrescentando um cartão e fazendo todas as adaptações necessárias no programa que serão analisadas na próxima seção.

### 7.2.5 Atividade Mágica dos cartões Binários – Adaptando o programa

As participantes apresentaram estratégias diferentes para adaptar o programa. Dorothy, que já tinha seus registros escritos partiu para o processo de incluir nas cartas os valores, que eram resultados de uma escrita de cada número como soma de potências de dois. Katherine fez alterações diretamente no *software*, sua estratégia

consistia em fazer combinações com as cartas e ir acrescentando os números de acordo com os resultados dessas combinações.

Apesar das estratégias diferentes, as duas participantes identificavam que para a nova carta teria como primeiro valor o dezesseis e que isso implicaria em estender a mágica até trinta e um.

Dorothy iniciou sua ampliação da mágica acrescentando na primeira carta todos os números que, em sua escrita na forma de soma de potências de dois, necessitavam da potência  $2^0$ . Ela utilizou como base seus registros escritos e nesse processo identificou um erro em boa parte de suas escritas:

**Dorothy:** em vez de dois na um eu coloquei dois ao quadrado. Na hora em que eu estava escrevendo eu estava fazendo a soma e ao invés de colocar o expoente correspondente a potência eu colocava o valor.

Ao identificar o primeiro erro Dorothy demonstrou sua compreensão do processo de escrita dos números que é resultado de uma abstração refletida. Isso lhe permitiu voltar aos seus registros e fazer a conferência de todos os cálculos. Segundo ela, os erros se repetiam porque

**Dorothy:** eu fui recopiando né, daí eu fui acrescentando o valor eu nem contava mais, eu fui no copia e cola”.

A fala de Dorothy deixou clara a sua compreensão do problema em que as somas não precisavam ser pensadas para cada número, mas era possível identificar o padrão de como se dava esse processo de escrita que sempre se repetiria. Ao identificar esse padrão com uma escrita organizada ela demonstrou seu processo de abstração refletida que lhe permitiu uma escrita mais automatizada do processo.

A tomada de consciência do que lhe fez errar facilitou todo o processo de correção de Dorothy, lhe permitindo olhar diretamente para os valores dos expoentes que estavam errados em cada uma das somas escritas.

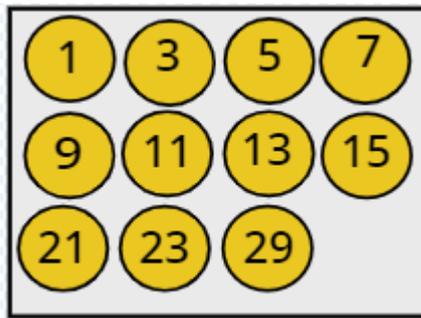
A participante Katherine explicou sua estratégia de forma detalhada:

**Katherine:** Eu to somando com todas. Eu pego por exemplo essa primeira carta e faço com cada uma. Só ela com a segunda carta, depois só ela com a terceira carta, só ela com a quarta carta e só ela com a quinta. Depois pego de 2 em 2, de 3 em 3, até fechar todas elas juntas.

Ao fazer as somas das cartas Katherine foi acrescentando os valores em cada uma, porém esse processo nem sempre foi executado corretamente, já que em alguns momentos esqueceu de acrescentar o número na carta, ou de fazer alguma das possíveis combinações. Após fazer várias combinações a participante estava perdida

se havia conseguido contemplar todas as cartelas e se todos os números estavam presentes, como iniciou as combinações a partir da terceira carta os valores ficaram desordenados e foi necessário um processo de ordenação para que conseguisse visualizar o que havia feito. Durante o processo de ordenação ela manifestou algumas conclusões que indicaram que seu processo de abstração reflexionante ainda estava passando por reorganizações, a fim de atingir a Tomada de Consciência. Esse momento pode ser identificado em suas falas ao visualizar a carta com os valores que tinha completado até então, conforme ilustra a figura 33:

Figura 33: Observações de Katherine sobre a carta1



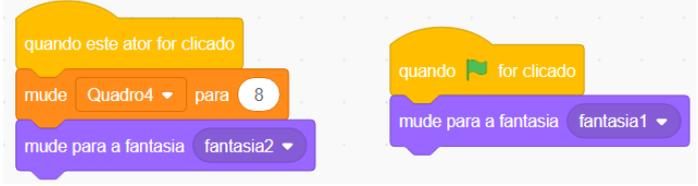
Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Observando a carta com os valores completados até aquele momento Katherine afirmou “antes parecia q tinha uma lógica de números aqui, com números ímpares e agora deu uma mudada”. Quando questionada sobre o que ela identificava informou não saber qual era o problema e passou a conferir as demais cartas. Compreender por que esta carta estava composta por todos os números ímpares que compõem a mágica implicava também em compreender que todas as potências de 2 são pares, com exceção de  $2^0$ , logo se o número é ímpar, sua soma precisa ter essa potência incluída. Essa compreensão exige uma abstração reflexionante enriquecida de coordenações anteriores que até o final da atividade não foi manifestada por nenhuma das participantes e não foi explorada na entrevista clínica.

Após completar as cartas com todos os números e acrescentar a nova carta as participantes partiram para a etapa da programação. A quinta carta foi criada a partir de uma cópia de uma das demais cartas já presentes, isso implicou em ter além de um desenho pronto uma programação também copiada. Ter esse programa pronto, mesmo que provocasse um erro por não estar adaptado para a quinta carta, auxiliou no processo de abstração das participantes. Elas observavam e identificavam o que

precisava ser alterado, como expressou a fala de Dorothy, transcrita abaixo, no quadro 11 com a imagem correspondente ao código que estava visualizando no momento:

Quadro 11: Observações de Dorothy do código copiado

	<p><b>Dorothy:</b> Eu tenho que mudar que tá no quadro 4 e eu copiei do quatro, então eu tenho que alterar aqui para o quadro 5 (Clica na parte do código que tem a variável). Essa parte da bandeira verde eu não preciso mudar porque ele volta nessa fantasia. Volta para essa fantasia que seria a fantasia para começar o jogo, ela está neutra. Essa outra parte aqui sim tem que alterar só que aí tem que mudar para o quadro cinco aqui e o valor eu tenho que colocar 16, só não sei onde pegar esse quadro 5</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Dorothy procurava a variável quadro 5 pelo conjunto de blocos do *software*, ela manifestou que era variável, mas não sabia como utilizá-la. Nesse momento a pesquisadora mostrou onde deveriam ser criadas as variáveis e a participante expressou sua compreensão do problema:

**Dorothy:** Eu crio uma nova variável com quadro5 para depois jogar daí para depois alterar aqui então a variável quadro5 eu vou colocar aqui aí se a pessoa clicar vai mudar para 16 E aí depois aqui na seta eu preciso acrescentar essa variável quadro 5 aqui.

A fala acima demonstra o processo de tomada de consciência de Dorothy sobre o programa, sobre as etapas que são executadas, processo que é fruto de suas abstrações anteriores sobre a lógica da mágica e da estrutura do programa apresentado.

Katherine reconheceu as variáveis do programa, mas seu processo de tomada de consciência sobre o programa como um todo ainda exigiu mais reorganizações, já que para ela seria necessário apenas renomear a variável 4 para variável 5. Ao fazer isso verificou que a variável quadro 4 desaparecia e afirmou:

**Katherine:** Ah, continua nas configurações porque eu só troquei de nome e comisso perdi a variável 4. Como faço?

Nesse momento a pesquisadora apresentou o bloco “criar uma variável”. Nota-se que Katherine ainda estava em processo de elaborações sobre o programa e possibilidades do *software*. Ao criar a variável quadro 5 e incluí-la na programação da carta 5 Katherine entendeu que a mágica funcionava, testou e verificou que a mágica para o número 17 estava retornando no ator seta como número 1. Nesse momento a pesquisadora afirmou:

**Pesquisadora:** O programa está indicando que tu pensaste no número 1 e não no 17.

**Katherine:** Esse conjunto de blocos aqui não tem nada haver (afirma apontando para o comando da bandeira verde).

**Katherine:** O valor da carta não tá incluso na hora de fazer a soma.

**Pesquisadora:** Em que momento ele faz a soma?

**Katherine:** Na seta! Falta incluir o quadro 5 lá. (Acessa o comando da seta). Aqui por ser uma adição não tem erro de ordem correta, então é só incluir aqui dentro também né?

**Pesquisadora:** E o que te garante que quando tu clicas só nas cartas 1 e 5 ele vai fazer a soma correta?

**Katherine:** Os demais já estão definidos como zero se não foram clicados.

No diálogo acima identificou-se o momento que Katherine demonstrou suas abstrações reflexionantes sobre como o programa processava a mágica. Essas abstrações eram fruto das suas observações do programa a partir de *bugs* que eram provocados por suas ações. Nota-se que essas ações foram guiadas por processos de abstrações reflexionantes que vinham de suas experiências com o *software* e observações sobre os resultados que ele retornava na tela.

As duas participantes demonstraram seus processos de abstração da mágica e do *software* que ocorreram de formas diferentes, reforçando os processos individuais de cada uma que são resultados de suas abstrações anteriores, coordenações e estruturas elaboradas de formas distintas. A possibilidade de testar o programa se mostrou um aliado na compreensão do mesmo e principalmente nos processos de abstração. Testar o programa mostrou-se um caminho para confirmar hipóteses e conferir possíveis erros. Papert (1985) também aponta sobre esse papel construtivo do erro e da possibilidade da testagem em um ambiente que permite ao usuário interagir de forma natural e aprender com esse erro.

Ao finalizar seu programa Dorothy mostrou suas reflexões sobre como o *software* realizava a soma ao final:

**Dorothy:** Será que se eu clicar nas cartas fora de ordem ele soma? Por exemplo, se eu pensar no 23 e clicar invertido: primeiro na carta 5, depois nas demais? (Dorothy testa e verifica que funciona)

**Pesquisadora:** E por que que ele soma mesmo que tu clique invertido?

**Dorothy:** É que todos eles estão lá naquele grupo, lá no grupo das variáveis quando eu clico nela ele vai mudar a fantasia e então ele muda o valor da variável e isso altera aquela soma.

No diálogo acima identificou-se que Dorothy estava fazendo suposições a respeito do *software* e de como ele executava as ações que traçou, a confirmação de sua dúvida lhe permitiu justificar sua compreensão do problema. Analisando ainda mais o programa criado para ilustrar a mágica, Dorothy apresentou que na construção faltava a opção de eliminar uma carta que foi selecionada por engano sem ter que reiniciar todo o jogo:

**Dorothy:** Teria que criar como se fosse uma outra bandeira no caso sei lá daí tem a bandeira que zera mas aí seria complicado! Teria que ser uma opção do tipo delete o último movimento né

**Pesquisadora:** E na verdade o que implica esse deletar o último movimento?

**Dorothy:** No caso desse seria zerar né? Eu cliquei e a variável alterou né ela era nula e agora tem o valor mas aí se eu não quero ela eu tenho que refazer o último.

Diante das inquietações da participante a pesquisadora afirmou que uma opção também poderia fazer uma contagem interna no programa com uma variável que marcasse 0 para a carta não clicada e 1 se fosse clicada, a partir disso fez a comparação. Nesse momento apresentou a solução:

**Dorothy:** eu fiquei pensando nessa ideia da soma a pessoa que clicou uma vez ela quer a carta então seria um número ímpar aí ela clicou duas vezes ela não quer, seria um número par”.

Essa solução de Dorothy deixou claro seu processo de abstração reflexionante trazendo seus esquemas construídos em outras situações e que lhe deram suporte para essa nova tomada de consciência.

O experimento piloto foi realizado para testar a ferramenta dos encontros virtuais e algumas das atividades planejadas, visando identificar possíveis adaptações em relação as atividades e a dinâmica dos encontros. Além disso, pretendia-se observar possíveis processos de abstração reflexionante nos sujeitos durante a resolução dos problemas investigativos.

Diante dos resultados já apresentados na análise acima foi possível validar a ferramenta escolhida para os encontros, identificando seu potencial, facilidade de uso e estabilidade durante todo o encontro. As entrevistas mostraram-se pertinentes para que a pesquisadora construísse um perfil inicial dos participantes quanto a sua formação e conhecimentos sobre tecnologia e Pensamento Computacional. Quanto

aos dois problemas investigativos observou-se que a estrutura de cada uma das atividades que eles compõem estava adequada. Identificou-se a necessidade de uma alteração visual no programa criado no Scratch para a Mágica dos Cartões Binários, além disso o tempo de duração para a resolução de cada problema precisou ser ampliado para a próxima etapa da pesquisa. Quanto ao questionário guia para aplicação do método clínico verificou-se que estava de acordo com os objetivos propostos de acompanhamento dos processos de pensamento de cada participante. Ao final, a pesquisadora identificou que aplicar esse experimento inicial também contribuiu para o seu processo de reflexão sobre a importância do seu papel de pesquisadora em todo o processo evitando possíveis conduções dos participantes.

A situações apresentadas nesse experimento piloto evidenciaram os processos de abstração reflexionante que podem ser provocados pela inclusão da perspectiva de Pensamento Computacional defendida nessa tese e que pode favorecer a aprendizagem de conceitos matemáticos, mesmo em sujeitos que já tem maior domínio matemático.

## 8 ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTO FINAL

O experimento final dessa pesquisa corresponde a etapa final da produção de dados. Esse experimento ocorreu de junho a agosto de 2022, com encontros semanais individuais com cada um dos cinco participantes. As atividades foram propostas de acordo com a metodologia apresentada no capítulo 6, respeitando o tempo de resolução de cada participante. Em virtude disso, o tempo de duração de cada atividade, conforme previsto no quadro 10, foi adaptado para alguns participantes, ampliando o número de encontros virtuais. Cada participante teve, em média, doze horas de encontro individual, sendo que o experimento total durou aproximadamente sessenta e cinco horas.

De acordo com a metodologia, os encontros foram gravados através do recurso de gravação do Google Meet para posterior análise das entrevistas clínicas, conforme testado e explicitado no experimento piloto da pesquisa. Durante os encontros os participantes utilizavam o recurso de compartilhamento de tela permitindo que a pesquisadora acompanhasse sua produção. Alguns participantes também optavam, em certos momentos, por utilizar registros a mão para auxiliar na condução do seu pensamento. Tais registros foram fotografados pelos participantes e encaminhados à pesquisadora constituindo também um material de análise da pesquisa.

O questionário guia de cada atividade, elaborado para a entrevista clínica, foi adaptado para cada participante de acordo com o seu ritmo e forma de pensar. Isso permitiu um acompanhamento individualizado de cada participante, na tentativa de compreender a sua forma de pensar.

Nas próximas seções serão apresentados cada um dos participantes e em seguida a análise de dados de cada atividade proposta, destacando-se falas e produções que permitiram expressar possíveis abstrações reflexionantes que surgiram no desenvolvimento dos problemas. As falas apresentadas no decorrer das análises são resultado da transcrição de cada encontro. Em alguns momentos, durante a fala, o professor expressava alguma reação ou movimentava algum bloco no *software*, essas ações foram registradas ao lado da fala entre parênteses.

## 8.1 PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO FINAL

Os participantes da pesquisa eram professores de matemática de uma rede municipal de ensino. Todos possuíam licenciatura em matemática e atuavam com alunos dos anos finais do ensino fundamental.

Cada um dos participantes dessa pesquisa será referenciado, no decorrer do texto, com nomes fictícios inspirados em cientistas da área da Matemática e da Ciência da Computação. São eles: Ada Lovelace, Annie Easley, Grace Hopper, Mary Jackson e Charles Babbage. Abaixo apresenta-se<sup>25</sup> cada um dos professores a partir das entrevistas a distância e online realizadas no início da formação.

**Ada** – possui licenciatura em Matemática, especialização em Metodologia do Ensino de Matemática, especialização em Psicopedagogia, iniciou um curso de mestrado profissional em matemática, mas não concluiu e, atualmente, está cursando uma especialização em Conhecimento Lógico Matemático. É professora de Matemática há mais de vinte anos e atualmente trabalha com estudantes do sexto ano do ensino fundamental. Afirma que tem muitas limitações com o uso da tecnologia e sabe o básico, que lhe permite fazer pesquisas e utilizar aplicativos como os de troca de mensagens, de bancos, entre outros. Em relação à sala de aula, a professora Ada usa a tecnologia para fazer pesquisas para a elaboração de suas aulas e não conhece *softwares* específicos de ensino de matemática. Afirma que a sua insegurança lhe impede de utilizar a tecnologia em sala de aula, porém durante o período de atividades remotas devido à Covi-19, a tecnologia estava presente nos encontros online síncronos e em vídeos explicativos sobre os conteúdos que ela retirava de sites. Além desse episódio, a professora Ada comentou que atuou em uma escola em que ela planejava a aula com a exploração de gráficos de equações e a professora responsável pelo espaço de informática auxiliava os estudantes no uso do recurso. Nessas aulas, percebia a empolgação dos estudantes e o quanto a tecnologia os auxiliava no reconhecimento de propriedades e variações da representação gráfica, o que com o papel nem sempre era possível. Sobre o Pensamento Computacional não tem conhecimento, mas imagina que tem relação com raciocínio lógico e que utiliza estruturas matemáticas.

---

<sup>25</sup> Após a pesquisadora redigir as apresentações cada participante recebeu a sua apresentação para análise, aprovação e indicação de possíveis alterações. Essa apresentação final conta com as contribuições do respectivo professor.

**Annie** – é licenciada em Matemática e atua na área há 20 anos. Trabalha neste ano, com estudantes do oitavo e nonos anos do ensino fundamental, em duas redes de ensino. Afirma que tem uma relação razoável com a tecnologia e que aos poucos procura se apropriar de novos recursos, pois sabe o quanto é importante para uma aprendizagem significativa dos conceitos da Matemática e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias em outras áreas. Em sua sala de aula utiliza o GeoGebra, sites de olimpíadas de matemática, de programação (Code.org), elaboração de slides, planilhas eletrônicas e vídeos. Esse uso, segundo a professora Annie, é eventual, quando ela identifica “uma atividade em que se encaixa a tecnologia” (ANNIE, 2022), já que são muitos conceitos a serem trabalhados em pouco tempo. A utilização da tecnologia também está condicionada aos recursos disponíveis nas escolas e às condições de acesso dos estudantes (em seus dispositivos pessoais ou em suas residências). Quanto ao Pensamento Computacional a professora afirma que já conhecia, pois participou de uma formação com seus estudantes (pela outra rede de ensino) em que utilizaram o site Code.org, além de outra formação à distância oferecida pelo MEC. Diante da sua experiência, Annie identifica que o Pensamento Computacional “tem relação direta com habilidades matemáticas como: abstração, indução e generalização” (ANNIE, 2022).

**Charles** – é licenciado em Matemática, possui especialização e mestrado na área de ensino de Matemática. Atua como professor de Matemática há mais de 10 anos em duas redes de ensino: em uma delas é professor de Matemática de turmas de sexto ano do ensino fundamental e na outra atua na área de coordenação pedagógica, na secretaria de educação. Tem conhecimentos na área de tecnologia e desenvolveu suas pesquisas de pós-graduação com o uso de recursos tecnológicos. Durante as suas aulas faz uso da tecnologia que, de acordo com Charles, é pontual em virtude da falta de equipamentos, já que eles estão concentrados em um único espaço que é dividido com todas as turmas da escola. Em relação ao Pensamento Computacional não tem conhecimento, mas afirma que pelo nome é possível imaginar que ele “através de processos de computação, programação te leva a construir um determinado conhecimento ou direciona para algum conhecimento” (CHARLES, 2022).

**Grace** – É licenciada em Matemática e professora há mais de 20 anos. Atua como professora de matemática com estudantes dos anos finais do ensino fundamental e da educação de jovens e adultos. Atuou também com formação de

professores na área de tecnologia no início do projeto Proinfo<sup>26</sup> e como professora do laboratório de informática de uma escola. Considera que tem um bom conhecimento de tecnologia e a utiliza em suas aulas. Entre os recursos utilizados cita: code.org, Scratch, editores de texto, jogos online, entre outros que permitam que o estudante possa criar com a tecnologia. Quanto ao Pensamento Computacional tem conhecimento e faz referência ao conceito da ISTE/CSTA, além de citar artigos publicados sobre o tema que já leu em outros momentos. A professora Grace afirma que tem curiosidade em conhecer novos recursos, está sempre pesquisando e lendo sobre essa temática.

**Mary** – é licenciada em Matemática e atua como professora há 25 anos. Atualmente leciona os componentes Matemática, Geografia, Ciências, História e Ensino Religioso, para duas turmas (uma de sexto e sétimo ano e outra de oitavo e nono ano) de um projeto de aceleração<sup>27</sup>. A professora afirma que tem muito receio de utilizar tecnologia. Antes da pandemia utilizava pouco, inclusive tentou fazer uma atividade de troca de mensagens, mas a falta de estrutura não permitiu o uso do celular. Assim, o uso ocorria mais no horário que a turma tinha disponível o laboratório de informática com auxílio e planejamento da professora deste espaço. Com a pandemia, a professora Mary precisou se adaptar e aprender a utilizar os recursos necessários para fazer postagens na plataforma *online* e realizar os encontros virtuais síncronos com os estudantes. Esse foi um momento, segundo ela, de muita insegurança e desafios, já que não tinha ideia de como utilizar os recursos e seus alunos tinham pouco acesso à tecnologia. Isso a tornou mais confiante em pensar o uso da tecnologia em sala de aula, hoje tem realizado com os alunos alguns jogos que envolvem os conceitos estudados e iniciou um projeto através do recurso de *Global Positioning System* (GPS) para atividades de localização, relacionadas com o componente de Geografia. A professora Mary afirma que não tem conhecimento sobre o Pensamento Computacional.

---

<sup>26</sup> Proinfo é o Programa Nacional de Tecnologia Educacional do MEC criado na década de 90 para promover o uso pedagógico da tecnologia.

<sup>27</sup> No município em que ocorreu a pesquisa existe esse projeto de aceleração para correção de fluxo de idade/série. Ele é destinado a estudantes em que a idade não corresponde a série que se espera que ele esteja. Nessas turmas há um número menor de estudantes, que são atendidos por poucos professores que priorizam um trabalho interdisciplinar e diferenciado para atender as necessidades dos estudantes.

Observa-se que os professores que integraram essa pesquisa apresentaram, de acordo com o seu ponto de vista, diferentes níveis de conhecimento de tecnologia, três deles indicavam um uso pessoal mais frequente, enquanto dois demonstram uma certa apreensão quanto aos recursos tecnológicos. A insegurança no dia a dia, se reflete também no pouco uso com os estudantes, necessitando de um acompanhamento de outro professor para que a utilizem. Um dado interessante é que mesmo com a falta de domínio dos recursos tecnológicos, quando o utilizaram conseguiram planejar atividades que permitiram ao aluno utilizar a tecnologia para explorar conceitos, propondo um trabalho em que o estudante usa a tecnologia de forma mais ativa, permitindo o uso do computador como um objeto-de-pensar-com (PAPERT, 1985).

Quanto aos professores que afirmaram que tinham um maior domínio da tecnologia e que conheciam *softwares* específicos para o ensino de matemática, percebeu-se um uso menos frequente em virtude da falta de estrutura física. Essa falta de estrutura é apontada por autores que sugerem o uso de atividades desplugadas como uma forma de desenvolver o Pensamento Computacional (BRACKMANN, 2017).

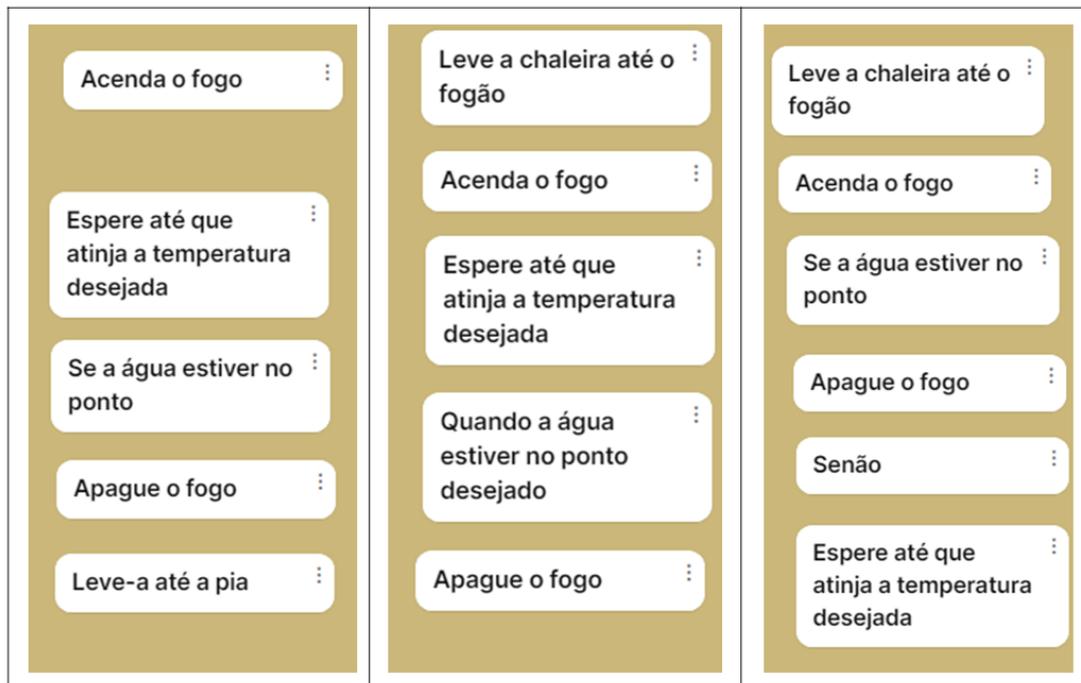
As falas de uma das professoras, que afirmaram mais afinidade com a tecnologia, evidenciou o uso para ilustrar algum conceito. Neste caso, o computador serve para apresentar, esclarecer um conceito já construído em sala de aula, diferentemente do proposto aqui, em que ele é um instrumento para pensar, em que o estudante possa experimentar e construir conceitos (PAPERT, 1985; [1993],2008).

No geral, todos os professores identificaram o potencial da tecnologia, mas a falta de tempo para explorar recursos, a extensa lista de habilidades a serem desenvolvidas com os estudantes e a falta de estrutura impactam no uso mais frequente. Outro dado a ser destacado é que mesmo com a inclusão do Pensamento Computacional na BNCC apenas dois professores já tinham conhecimentos anteriores sobre ele. Diante desse cenário, é necessário ampliar as discussões sobre o tema e formações na área, para que o professor possa estar preparado para incluí-lo em sua prática, não como mais um componente a ser ensinado, mas como integrante do processo de pensamento do estudante nas diversas áreas do conhecimento (LI et al, 2020; PAPERT, [1993],2008; YADAV; STEPHENSON; HONG, 2017).

## 8.2 ATIVIDADE: EXPLORANDO UM ALGORITMO

A atividade de explorar um algoritmo envolvia a organização de etapas que juntas formavam a ação de aquecer a água para o café. Os participantes organizaram essas etapas seguindo uma ordem próxima daquela elaborada pela autora. Os professores Charles, Grace e Mary realizaram sua construção sem a necessidade de acrescentar o bloco do “senão”, Grace ainda alterou o bloco “se” para “quando”. Já Ada e Annie utilizaram todos os blocos. Na figura 34 é possível visualizar a parte final do algoritmo organizado por Charles, Grace e Ada.

Figura 34: Organização do algoritmo Charles x Grace x Ada



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Durante a organização dos seus algoritmos Ada e Annie afirmaram que caso a condição “se” apresentasse um resultado falso seria necessário executar outra ação que posteriormente passaria por uma nova verificação, se necessário o processo deveria se repetir até que a condição testada resultasse em um valor verdadeiro para a temperatura da água, permitindo desligar o fogão. Assim, o código entraria em um processo contínuo de verificação da condição até que ela se tornasse verdadeira. O programa de Grace é bem semelhante ao de Charles e Mary, já que o comando “quando” também representava uma condição (a água estar na temperatura ideal).

Nesse algoritmo proposto por Charles, Mary e Grace a condição já estava atendida, visto que o comando anterior aguardava a temperatura ideal da água, e assim a condição sempre seria verdadeira não necessitando do bloco “senão”. Grace reforçou essa ideia em sua explicação:

**Grace:** O senão seria necessário se uma das etapas não acontecesse, por exemplo se a água não estiver aquecida, mas se eu seguir esses passos a água sempre chega na temperatura desejada e aí não precisa do bloco do senão.

A fala da professora Grace expressou uma abstração refletida, resultante do seu processo de abstração reflexionante provocado pelo algoritmo, lhe permitindo compreender as etapas da situação e as consequências causadas por cada uma delas, inclusive as que seriam causadas pela sua ausência. Annie também expressou seu processo de abstração quando explicou em sua fala que se a verificação resultasse em um valor falso seria necessário aguardar até que a temperatura atingisse o valor ideal, repetindo a verificação da situação. Os processos de abstração provocados durante essa organização do algoritmo demonstraram que ele estava servindo como um objeto-de-pensar-com, permitindo que os professores analisassem a situação apresentada, fazendo hipóteses sobre ela e testando possíveis novas situações a serem criadas a partir dela.

Ao serem questionados sobre o uso desse algoritmo em sala de aula, apenas Ada afirmou usar alguma atividade semelhante, mas com imagens para alunos de inclusão. Com a atividade Ada demonstrou um processo de tomada de consciência de sua prática com os alunos:

**Ada:** Eu poderia incluir essa atividade com os outros alunos também! Esse tipo de atividade pode ajudar os alunos a experimentar hipóteses, ver diferentes soluções. Estou enxergando o meu trabalho aqui.

A fala de Ada mostrou também sua satisfação em identificar que de alguma forma seu trabalho contempla aspectos do Pensamento Computacional e que ela teria condições de utilizar com os demais estudantes, permitindo que eles pudessem ampliar seus objetos-de-pensar-com, conforme proposto por Papert (1985). Os demais professores também expressaram essa possibilidade de uso do algoritmo em sala de aula, fazendo relações com atividades em que os estudantes demonstrassem como resolveram um problema ou cálculo “de cabeça”, sem apresentar um registro

no papel. Outro aspecto apresentado por eles estava relacionado à organização, planejamento para resolver qualquer situação diária que estão diretamente ligados ao cotidiano e que poderia ser aplicado em qualquer área.

### 8.3 ATIVIDADE: MÁGICA DO CALENDÁRIO

Após realizar a mágica do calendário, conforme apresentado no capítulo da metodologia desta tese, cada professor iniciou a escrita do algoritmo que representava cada uma das etapas da mágica. Essa escrita ocorreu de forma semelhante entre os participantes, tentando simplificar ao leitor cada uma das etapas da mágica com instruções objetivas.

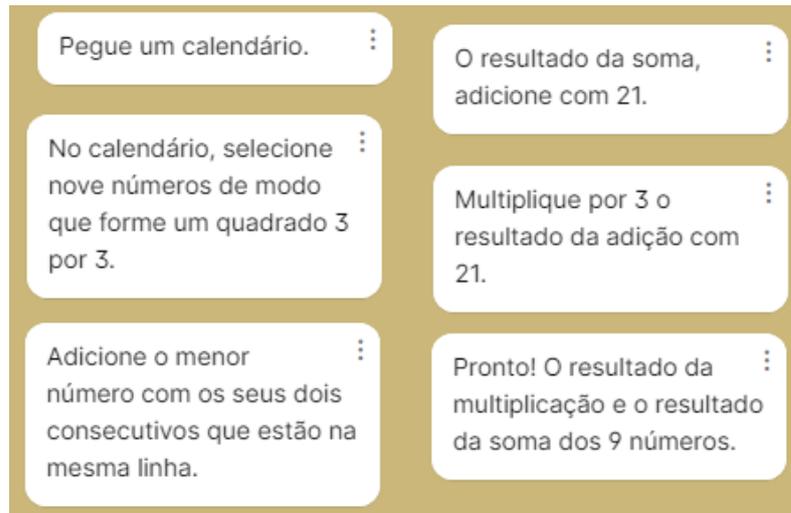
Durante a elaboração do algoritmo, o professor Charles afirmou que montou seu algoritmo em forma de exercício, já que apresentava cada uma das etapas como uma orientação do que precisava ser realizado. Nesse momento, Charles demonstrou o uso do algoritmo como um objeto-de-pensar-com sobre sua prática diária, questionando se seus alunos conseguiriam organizar essas etapas caso ele as apresentasse de forma desordenada. Ao final ele apresentou seu processo de tomada de consciência a respeito da atividade, afirmando que:

**Charles:** Para colocar o algoritmo na ordem os alunos precisariam compreender como eu pensei nessa mágica, isso implicaria muito mais do que estabelecer uma ordem.

A fala de Charles deixou claro um aspecto interessante do uso do algoritmo: a compreensão do problema e as diferentes possibilidades de resolvê-lo. Ao escrever as etapas que expressam uma situação o sujeito é levado a pensar em procedimentos abstraindo a essência dessa situação (PAPERT, 1985). Durante esse processo, utiliza abstrações refletidas que lhe auxiliam na investigação, compreensão e resolução da situação, tornando o algoritmo como um objeto de pensamento para futuras abstrações reflexionantes.

A generalização da soma de todos os números contidos no quadrado proposta por Charles foi distinta dos demais professores, conforme ilustra a figura 35:

Figura 35: Algoritmo – professor Charles



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Ao apresentar sua generalização, Charles trouxe um pensamento que não tem como aporte a representação algébrica, mas uma análise do problema em si, se colocando no lugar do estudante que ainda não domina esse conceito. De acordo com ele:

**Charles:** Nós, professores de matemática, tentamos equacionar tudo. Eu procuro sempre pensar o que o aluno vai saber se ele não sabe equação. Eu tinha esse costume de pegar um enigma e já ir colocando o processo de equação: já ia escolhendo uma letra e tentava equacionar, mas o aluno não sabe. Lá na graduação uma professora me disse: “o aluno não sabe equações então tenta pensar só com números”. Foi aí eu me dei conta que é isso.

A partir da tomada de consciência de Charles sobre como os estudantes pensam ele demonstrou que o problema investigativo serviu como objeto-de-pensar-com, fazendo-o pensar sobre o problema em si, sobre as propriedades contidas nele, antes de tentar associá-lo a um conceito matemático específico. Desta forma, seu processo de abstração reflexionante o colocou dentro do sistema e lhe permitiu pensar sobre ele sem uma associação direta com um determinado conceito, uma forma mais próxima do que Papert chama de forma natural de pensar e aprender das crianças (PAPERT, [1993], 2008).

Os demais professores chegaram em uma generalização para a soma apoiada em uma representação algébrica. Isso demonstrou que esses professores se basearam em esquemas algébricos anteriores já acomodados, enriquecendo a situação com propriedades coordenadas anteriormente, realizando abstrações

reflexionantes pseudoempíricas (BECKER, 2012). A figura 36 mostra o processo de pensamento de Ada: a direita ela criou uma representação para cada número que estava no quadrado e à esquerda a generalização da soma de todos os termos.

Figura 36: Processo de generalização - professora Ada

Fonte Elaboração própria, dados coletados

A representação de Ada reflete uma representação algébrica dessa situação, que exigiu uma abstração diferente da realizada por Charles. Esse processo de abstração também foi evidenciado na fala das demais professoras e que pode ser ilustrado pela transcrição apresentada abaixo:

**Mary:** se o menor número é o sete eu tenho  $x$ ,  $x+1$ ,  $x+2$ .

**Pesquisadora:** E o que é esse  $x$ ?

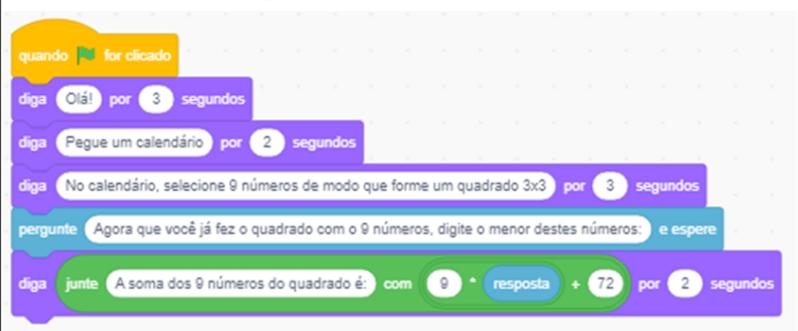
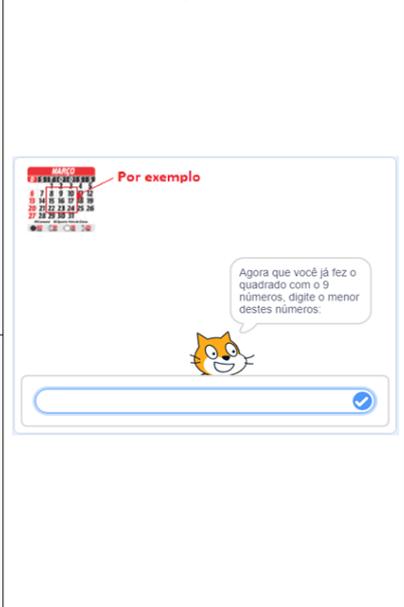
**Mary:** O número menor é  $x$ , a sequência é  $x+1$ ,  $x+2$ . Na segunda linha eu tenho  $2x$ ,  $2x+1$ ,  $2x+3$ , mas isso só funciona se o  $x$  for 7. Teria q fazer  $x+7$ , porque se o número menor for 8 e se eu somar com 7 daria 15 e funciona para os outros. A segunda linha seria  $x+7$ ,  $x+8$ ,  $x+9$ , uma sequência também. Na terceira linha eu tenho 14 a mais que o primeiro. Então, nossa eu já rabisquei muito! Eu posso fazer o  $x+14$ , vai dar uma sequência:  $x+15$  e  $x+16$  (pensou e escreveu por um tempo). No final eu vou ter  $9x+72$ . Eu sempre vou ter  $9x$  porque são 9 números e o 72 seria a somas das diferenças dos outros dias.

Destaca-se que nessa atividade os professores apresentaram duas formas diferentes para generalizar a soma dos números que compõem o quadrado, mas isso não significa um grau de superioridade, mas patamares diferentes de reflexão e que demonstram um resultado interessante da proposição da escrita do algoritmo: a liberdade de pensar e a possibilidade do sujeito buscar diferentes conceitos acomodados anteriormente. Piaget ([1977],1995) quando apresenta a abstração reflexionante demonstra que uma determinada situação pode desencadear diferentes patamares de reflexão e que esses serão fruto das experiências anteriores do sujeito. Observando o relato do professor Charles nota-se que a sua estratégia de resolução deliberadamente não faz uso do raciocínio algébrico, mas o seu reflexionamento anterior sobre como os estudante pensam o desafia a usar patamares de reflexão próximo ao deles.

Ao concluir o algoritmo cada professor foi convidado a reproduzir a mágica no Scratch, podendo utilizar o modelo dado pela pesquisadora, adaptá-lo ou criar a sua própria construção dentro do *software*. O modelo de código foi pensado para auxiliar os professores que não tinham nenhum conhecimento do *software*, a fim de que tivessem alguma referência para a construção.

Observou-se que os professores utilizaram o modelo fornecido pela pesquisadora como guia para conhecer as funções do *software* e entender como ele funcionava a cada etapa. O algoritmo criado anteriormente no Padlet também foi consultado para a elaboração do código no *software*, auxiliando na construção das falas do personagem que dava as instruções da mágica e na elaboração do cálculo que representava a soma dos números pertencentes ao quadrado. Ao transformar as instruções do Padlet em falas do personagem no Scratch os professores demonstravam seus processos de reflexão a respeito do produto final, identificando possíveis adaptações para auxiliar na compreensão dos estudantes que utilizariam aquela animação da mágica. A figura 37 ilustra o código criado pelo professor Charles.

Figura 37: Código do professor Charles

Programa do ator Gato	Visualização do palco
	
	

Fonte Elaboração própria, dados coletados

O programa do professor Charles tinha dois atores: o gato e o calendário que apareciam em momentos diferentes no palco. Ao adicionar o novo ator o professor

questionou sobre a possibilidade de comunicação entre os códigos, ao investigar os blocos disse:

**Charles:** Deixa eu ver se tem um temporizador (passa a observar os blocos).

**Pesquisadora:** Para quê?

**Charles:** Para aparecer o calendário depois de um tempo. É possível?

**Pesquisadora:** Sim, temos os blocos “mostre/esconda/espere por um tempo” que podem te ajudar.

**Charles:** Quando eu clicar no gato, por exemplo, os dois códigos se comunicam?

**Pesquisadora:** Se tu fizeres os comandos atrelados sim.

**Charles:** Ah, eu teria que colocar a bandeira aqui também (coloca o bloco que ativa o comando com o clique na bandeira verde no código do calendário).

**Charles:** Agora aqui no calendário vou dar 10 segundos e testar (colocou os blocos: bandeira verde/espere 10s/mostre). Ué acho que eu não vinculei aqui o calendário.

**Pesquisadora:** O que tu queres que ele faça?

**Charles:** Justamente eu quero que o gato apareça e o calendário não, ele só vai aparecer depois de 10 segundos.

**Pesquisadora:** Então o que tem que acontecer no código?

**Charles:** Acho que se eu esconder e depois mostrar ele talvez funcione (testa os comandos e funciona). Ele precisa estar escondido para mostrar.

As falas de Charles evidenciaram suas intenções com o código, suas abstrações empíricas que deram suporte à compreensão do *software*. Além disso, os questionamentos dele sobre temporizador, vinculação do ator e comunicação entre os códigos dos atores demonstraram evidências de abstrações reflexionantes pseudoempíricas, fruto de experiências anteriores com outras linguagens de programação. Esses processos de abstração permitiram que o professor construísse seu código e compreendesse as ações provocadas por cada comando.

A testagem de cada etapa mostrou-se um recurso eficiente para auxiliar na compreensão do funcionamento de cada bloco e do programa como um todo. Por exemplo, os blocos “diga \_\_\_” e o bloco “diga \_\_\_ por \_\_\_ segundos” foram testados pela maioria dos participantes, usando-os em separado ou conectados entre si. Ao final identificaram a diferença fundamental deles, um exibe permanentemente a mensagem, enquanto o outro apenas por um tempo. Esse processo de abstração empírica dos professores mostrou seus experimentos com o *software* na tentativa de compreender como ele funciona, comparando características entre os blocos e não somente a tentativa de fazer uma cópia de um modelo. Nesse sentido, a apropriação de uma linguagem específica da computação mostrou-se um suporte a processos de reflexão da estrutura da linguagem utilizada, afinal trabalhar nesse ambiente também exige se apropriar do seu idioma (PAPERT, 1985).

A mágica exigia uma interação com o usuário, pois ele deveria informar o valor do menor número do seu quadrado. Esse valor foi representado nos algoritmos do

Padlet, da maioria dos professores, por uma variável ( $x$  ou  $n$ ), baseados em seus esquemas algébricos construídos anteriormente. Ao transpor isso para o Scratch alguns tentavam inserir essa variável dentro dos campos editáveis dos operadores, o que não era possível. Alguns professores olhavam o código modelo e, a partir dele, inseriam no seu código o bloco “pergunte \_\_\_ e espere” observando que isso implicava em aparecer um campo que permitiria ao usuário enviar um valor, numérico ou não, ao programa. Outros professores perguntaram à pesquisadora como coletar essa informação conforme pode ser visto na fala de Charles:

**Charles:** Como fazer a entrada de um valor?

**Pesquisadora:** Uma das opções é através do bloco pergunte

**Charles:** E onde fica armazenada a resposta do usuário?

**Pesquisadoras:** Fica armazenada no bloco resposta.

**Charles:** Ah, ele guarda essa informação. E eu uso essa resposta como uma variável.

A fala do professor, trouxe novamente termos específicos da programação e sobre o conceito de variável para essa área, o que inquietou a pesquisadora sobre seus conhecimentos. Ao ser questionado, Charles afirmou que programou em outro ambiente (não informou o nome) por curiosidade e que não sabia muito sobre programação. Os demais professores, embora utilizassem o termo variável<sup>28</sup>, não transpareceram compreender todo seu significado dentro do ambiente, mas demonstravam que ela representava um valor que iria variar e que seria informado pelo usuário, compondo o código e formando a expressão que calculava a soma dos números.

Assim como já constatado durante o experimento piloto dessa pesquisa, as professoras Mary e Annie encontraram um *bug* na expressão que calculava a soma de todos os números contidos no quadrado. Embora elas já compreendessem anteriormente que a soma era dada pela expressão  $9x + 72$  a sua transposição para o *software* não considerava a ordem correta de encaixe das operações, implicando que o programa executasse primeiro a adição do menor número do quadrado com setenta e dois, e o resultado desta operação era multiplicado por 9. Ao identificar o erro as professoras perceberam que a adição estava sendo executada em primeiro lugar e passaram a pesquisar, através de abstrações empíricas e pseudoempíricas,

<sup>28</sup> Destaca-se que o bloco de pergunta, utilizado nessa atividade, é um bloco que recolhe uma informação e a transforma em um dado para o programa. Para os professores o bloco resposta estava fazendo a função de variável, armazenando o valor e fazendo o programa acessá-lo no momento desejado. No caso dessa estrutura também poderia ser criado um bloco de variável que assumisse esse valor da resposta, porém para simplificar o programa não se optou por esse uso.

uma forma de organização dos blocos até que, sucessivos testes, levaram ao encaixe correto. Novamente, essa situação demonstrou que os professores compreenderam o problema e como o cálculo deveria ser executado, porém a falta de experiência com o *software* e seus esquemas anteriores de representação levaram ao erro no código.

Os professores Charles e Ada desde a montagem da expressão que resultava na soma dos elementos do quadrado já associaram a ordem de resolução das operações com o encaixe dos blocos. As falas deles evidenciavam isso:

**Charles:** Ele vai seguir a ordem de resolução de uma expressão.

**Pesquisadora:** Como isso está expresso no teu código?

**Charles:** Eu declarei primeiro a multiplicação e depois a soma.

**Pesquisadora:** E o que está te garantindo que ele segue a ordem?

**Charles:** ele tá aqui assumindo, tá bem fraquinho, ele fica como se fosse toda essa multiplicação e, a princípio, eu vejo isso como um parêntese oculto.

**Ada:** Funcionou porque eu coloquei o operador da adição dentro do campo da multiplicação.

Destaca-se que a expressão da professora Ada era  $9(x + 8)$  e que o professor Charles reescreveu essa etapa do seu código, deixando-a na forma  $9x + 72$  como a das demais professoras para, de acordo com ele, simplificar a programação. As falas de Ada e Charles expressaram suas abstrações a respeito do funcionamento do programa, considerando suas coordenações anteriores sobre a resolução de uma expressão. Esse processo evidenciou uma abstração reflexionante sobre o funcionamento do *software* e sobre a resolução do problema, já que o Scratch utiliza um raciocínio diferente daquele provocado pela escrita no papel.

A atividade instigou os professores a pensar sobre a mágica a partir de uma análise da estrutura do calendário, criando generalizações para representar a mágica como um todo e a soma dos números que estão no quadrado traçado pelo usuário. Em todos esses processos compreende-se que ocorreram abstrações reflexionantes de conceitos matemáticos e de conceitos computacionais que emergiram a partir do problema investigativo proposto, do algoritmo, das representações e do *software* que se transformaram em objetos-de-pensar-com.

Durante a realização dessa atividade a professora Annie identificou a possibilidade de trabalhá-la com seus alunos. Ela aplicou a mágica com alunos do quinto ano, que faziam parte de um projeto de matemática, além das suas turmas de matemática de oitavos e nonos anos. Para os alunos do quinto ano fez uma exploração inicial do calendário, sua estrutura, propriedades e posteriormente aplicou

a mágica fazendo a adivinhação da soma e passando à turma a expressão que resultava na soma. Para os alunos maiores ela também identificou a necessidade das explorações iniciais a respeito do calendário para a posterior realização da mágica. Após as adivinhações deixou como atividade de casa para que cada aluno tentasse descobrir uma fórmula geral para a soma dos números contidos no quadrado. De acordo com Annie apenas dois alunos, de turmas diferentes, conseguiram chegar a essa generalização: um usando a representação algébrica para cada elemento do quadrado e depois finalizando na expressão  $9x + 72$ ; e, outro partindo de suposições a cerca de um quadrado em que a menor data era 1, com isso ele foi testando outros valores permitindo que chegasse na expressão  $9(x + 8)$ . Em seu relato a professora sinalizou que os alunos gostaram da atividade, mas nem todos compreenderam a expressão dos colegas. Para os alunos maiores, após essa intervenção na sala de aula, Annie disponibilizou no ambiente virtual da turma o programa que ela havia criado no Scratch, porém com algumas adaptações. Abaixo, na figura 38, apresenta-se o código da professora.

Figura 38: Código adaptado da professora Annie

```

quando for clicado
  diga Olá! Vamos fazer a mágica do calendário? por 5 segundos
  diga Pegue um calendário de qualquer ano. Escolha um mês qualquer. por 5 segundos
  diga Escolha um número desse mês e trace um quadrado 3x3 de modo que esse número fique no canto superior esquerdo. por 7 segundos
  pergunte Qual o número do canto superior esquerdo? Digite o número e clique em "enter". e espere
  diga resposta * 9 + 72 por 3 segundos
  diga Acertei, né? Tenho super poderes. por 6 segundos
  diga Qual será a explicação para essa mágica dar certo? por 8 segundos
  diga Ou seja, qual a explicação "matemática" para que a fórmula 9x + 72 funcione para um calendário de qualquer ano? por 7 segundos
  
```

Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Nota-se que a proposta de Annie com o Scratch estava articulada a prática já realizada em sala de aula e está ilustrando um questionamento sobre a atividade. Ao ser indagada sobre a possibilidade de usar o *software* com os alunos para alguma construção ela afirmou “queria que eles fizessem no Scratch, mas toma muito tempo e tem muitas outras coisas para serem trabalhadas” (ANNIE, 2022). A fala da

professora expressou o que Papert ([1993], 2008) destaca sobre as concepções da escola, um espaço em que ainda exige um trabalho com listas de conceitos que alguém decidiu que eram necessários serem ensinados. Além disso, a reflexão da professora Annie também apresentou indícios sobre as suas perspectivas de uso da tecnologia, que ainda estão atreladas ao ensino da sala de aula e que têm um espaço para ilustrar um conceito, complementar uma ideia já desenvolvida anteriormente, diferente das possibilidades que se vislumbra nesta pesquisa ao utilizá-las como um objeto de pensamento. Apesar da perspectiva diferente da professora Annie, observa-se que esse é um primeiro passo do professor que ainda precisa se habituar com o uso da tecnologia para superar concepções e vislumbrá-la com um objeto que amplia as possibilidades mentais dos sujeitos, assim o caminho trilhado pela professora não é o fim, mas um início da caminhada.

Durante a construção da mágica no Scratch, a professora Mary precisou de constantes intervenções da pesquisadora, pois mesmo copiando o código ela não diferenciava o papel do programa e do usuário que iria interagir com ele. Sua construção no Scratch representava a mágica para um caso particular, não contemplando a ideia de generalização já realizada anteriormente no papel. No final do encontro a professora perdeu a conexão com a internet, o que a fez sair da videochamada e perder o projeto realizado, após alguns dias um novo encontro foi realizado para a construção do projeto que, novamente, necessitou de várias intervenções e conduções da pesquisadora. Esse fato levou a pesquisadora a um processo de reflexão sobre a atividade e sua complexidade para sujeitos iniciantes em programação e com pouca experiência com tecnologia. A pesquisadora identificou que as intervenções estavam ultrapassando os limites do método clínico, impedindo que a própria participante e suas abstrações se tornassem o foco da entrevista. Então, optou-se por alterar as atividades para a professora Mary, não realizando a mágica dos cartões binários e seguindo para a próxima atividade que envolvia a investigação de movimentos. Diante dessas alterações acreditava-se, o que acabou sendo confirmado pela experiência, que a professora, teria maior liberdade para explorar o *software*, compreender sua estrutura e relação com os conceitos matemáticos, aproximando-a da tecnologia de forma mais natural, respeitando seu ritmo e proporcionando uma experiência diferente daquelas em que fora submetida anteriormente em sua trajetória pessoal e profissional.

## 8.4 ATIVIDADE MÁGICA COM CARTÕES BINÁRIOS

A atividade iniciou com a apresentação dos cartões e alguns momentos de execução da mágica com os participantes. Após foram questionados sobre como se dava o processo de adivinhação do número pensado, nesse momento a maioria passou a observar os cartões tentando identificar regularidades referentes aos números contidos em cada cartão, como por exemplo: quantidade de números em cada cartão, o primeiro cartão contém apenas números ímpares e o segundo contém números ímpares e pares. De posse dessas observações os professores identificaram que o primeiro número de cada cartão era uma potência de dois, conforme expresso pela fala de Ada:

**Ada:** O primeiro número de cada cartão tem uma sequência: dois na zero, dois na um, dois na dois e dois na três.

**Pesquisadora:** E os outros números?

(Ada passa a escrever)

**Ada:** Eu penso escrevendo. Fiz uma relação com potência dos primeiros. Eu pensei em estabelecer um tipo de soma com os primeiros números, mas não consegui.

**Pesquisadora:** Como assim?

**Ada:** Eu pensei em fazer dois na zero mais dois na sequência, porque o três é o próximo, aí o três está na primeira carta, mas eu não posso usar a mesma lógica para colocar o três na segunda.

**Pesquisadora:** Por quê?

**Ada:** Porque não vai dar certo, tem que ser diferente. (Observa que algumas cartelas têm números em sequência, e olha que o seis está na segunda e terceira cartelas)

**Ada:** Ah, o somatório dos dois, quatro mais dois dá o seis. O somatório dos primeiros números das cartelas dá o número que eu pensei. Por exemplo, se eu pegar o doze, somo quatro e oito dá doze. Se eu pegar o um e o dois dá o três, que está nas cartelas marrom e cinza.

O processo de compreensão da mágica expresso pela professora Ada demonstrou suas tentativas de generalização e reconhecimento de padrões para compreender a composição das cartas. Durante essa análise ela evidenciou patamares de reflexionamento em que a propriedade de cada carta (ter uma potência de dois como menor número) foi sendo projetada a novos patamares para atingir uma generalização do problema. O registro escrito foi destacado por Ada com um importante elemento para organizar seu processo de abstração, esse fato também foi mencionado por Grace que passou a registrar em quais cartões estavam cada número para lhe dar suporte à abstração. Nota-se que para essas professoras o registro no papel, que é uma representação da situação, tornou-se um objeto-de-pensar-com contribuindo com seus processos de abstração.

Os demais professores não realizaram registros, mas em suas falas externaram sua compreensão de que os números contidos nos cartões resultavam de uma soma

de potências de dois. Destaca-se que apenas a professora Annie já conhecia essa mágica e seu segredo, mesmo assim não lembrava ao certo como funcionava e também usou abstrações pseudoempíricas para justificar sua expressão geral como somas. As generalizações dos professores foram construídas a partir de abstrações pseudoempíricas, em que seus esquemas anteriores de soma, potenciação, álgebra, fruto de outras abstrações reflexionantes, foram acionados para enriquecer o problema e retirar dele as informações necessárias (PIAGET, [1977],1999).

Durante o processo de análise dos cartões Ada fez relação com a computação, conforme ilustra o diálogo abaixo:

**Ada:** Tá mas se eu for fazer isso na orientação do Scratch, como eu vou colocar isso lá?

**Pesquisadora:** Então, como tu farias?

**Ada:** Não sei.

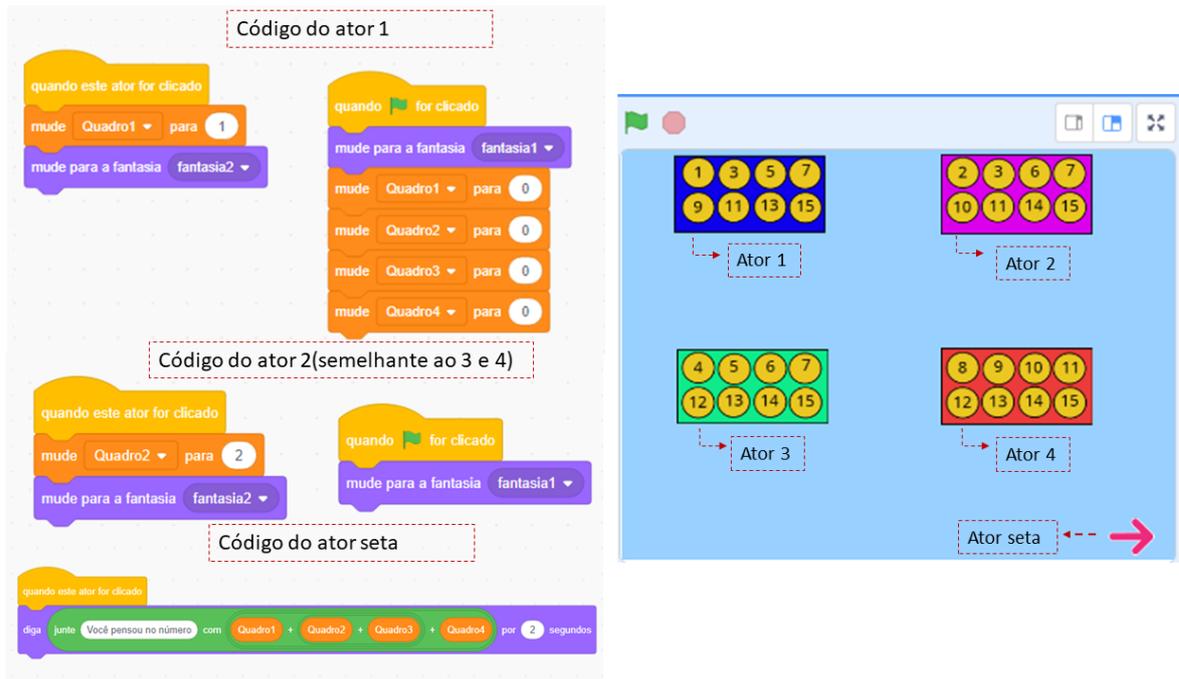
**Pesquisadora:** O que tu terias que dizer para ele?

**Ada:** Que eu tenho que ter números aleatórios nos cartões, mas que eu tenho que ter a soma dos primeiros números dos cartões, que a soma tem que estar nesses cartões escolhidos. Eu escolho um determinado número, e os primeiros números dos cartões que ele está contido quando somados dão esse número.

O relato da professora descrito acima demonstrou um algoritmo para a estruturação das cartelas e funcionamento do programa. Embora esse algoritmo não contemple todos os elementos necessários para o funcionamento correto da mágica e os comandos do *software*, identificou-se que ela estava pensando-com o Scratch, incorporando elementos da computação aos conhecimentos da sua área (YADAV; STEPHENSON, 2017). Esse pensamento por procedimentos permite a exploração de novas formas de pensar, pois ao descrever a situação o sujeito faz uma reconstituição da ação, cria novas formas de representá-la, ampliando o poder de reflexão (PAPERT, 1985; PIAGET, [1977],1999).

Diante da compreensão da mágica, os professores acessaram o projeto do Scratch que deveria ser ampliado. No primeiro momento analisaram o programa que seria adaptado que pode ser visto na figura 39.

Figura 39: Programa mágica dos cartões



Fonte Elaboração própria

Ao observar o programa o professor Charles logo questionou sobre o bloco “mude quadro \_\_ para \_\_”, conforme explicitado no diálogo:

**Charles:** o que seria esse quadro 1?

**Pesquisadora:** Observando a sequência de comandos e a ideia da mágica o que te sugere?

**Charles:** Ele está atribuindo valor e aqui na seta ele soma tudo. Esse valor é assumido aqui (aponta para o bloco “mude variável 4 para 8”) e ele vem para cá né? (aponta para o bloco quadro 4 na soma da seta)”

**Pesquisadora:** Isso

**Charles:** Ele é uma variável, né? Ao clicar tu declaras o valor da variável, ele não assume a cartela como uma variável. Tu usas esse primeiro cartão para declarar as variáveis como zero e depois nos outros ele vai assumir quando clicar na cartela.

A fala de Charles apontou seus reflexionamentos sobre o programa e a ideia de variável, as demais professoras não mencionaram o termo variável, mas indicaram compreender sua função no programa, conforme pode ser visto na fala de Ada.

**Ada:** Como ele sabe que tem que somar o primeiro número de cada cartão?

**Pesquisadora:** O que esse código te remete?

**Ada:** Para mim falta informar esse primeiro número. Onde eu dei essa informação para ele?

**Pesquisadora:** Tu podes explorar os outros atores também.

(Ada olha o código do cartão vermelho)

**Ada:** Ah, aqui (aponta para o bloco “mude quadro 4 para 8”) está dizendo que o primeiro número é 8.

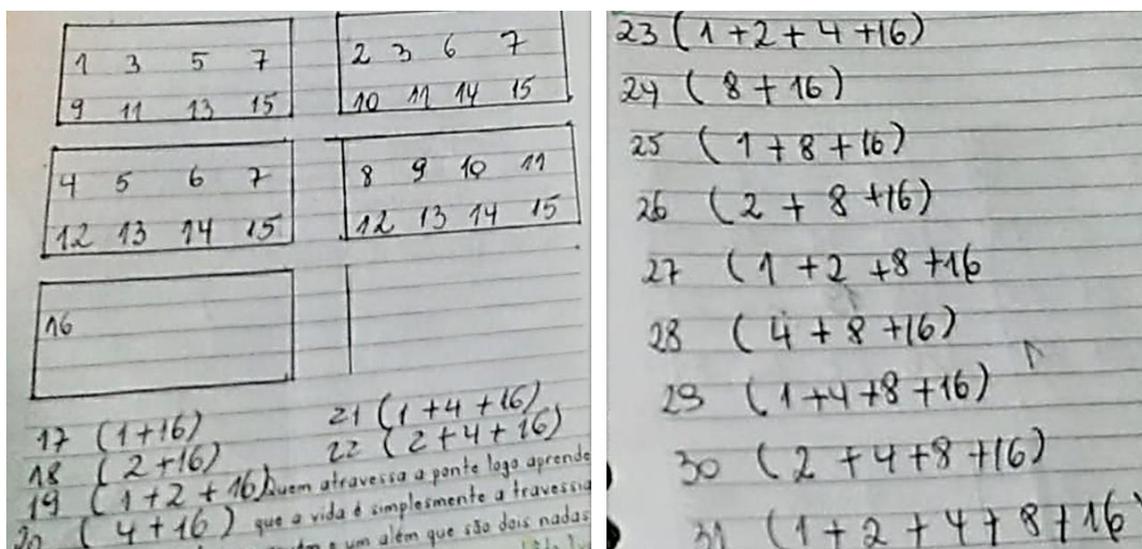
Assim como Ada as demais professoras também externavam seu pensamento sobre como informar ao programa o valor da carta, a observação do código do ator

seta foi essencial para que elas fizessem essa relação. A falta da menção ao termo variável não exclui a sua compreensão, já que as professoras identificaram sua função nesse programa: a de guardar um valor na memória.

O restante do código também passou por processos de testagem e observação, identificando semelhanças entre os códigos das cartas e o que cada etapa dele representava. Essa compreensão a respeito do funcionamento do programa ocorreu a partir de abstrações empíricas e pseudoempíricas em que os professores: testavam o funcionamento, faziam suposições, testavam novamente, observavam os resultados, ou seja, adotaram uma postura investigativa da situação permitindo-se entrar no micromundo e conhecê-lo dentro do seu ritmo (PAPERT, [1993], 2008).

A adaptação do programa para inserir mais uma carta iniciou com todos os professores pensando no primeiro número desta e posteriormente na necessidade de criar mais uma variável, para que ela armazenasse esse valor. Inicialmente todos optaram por fazer as alterações diretamente no Scratch, porém após criar o cartão e perceberem que isso implicaria também em alterar os demais cartões Ada e Grace passaram a fazer registros no papel. A figura 40 mostra o registro de Grace que é semelhante ao de Ada.

Figura 40: Registros da professora Grace



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Os registros demonstram a representação de cada número como uma soma de potências de dois, que de acordo com as professoras, seriam essenciais para compreender o que deveria ser feito no *software*. Nota-se que a representação de cada número segue um padrão em que os números estão escritos em ordem

crescente, essa escrita é fruto de reflexionamentos que lhes permitiram fazer comparações e projeções a outros patamares permitindo à professora identificar a combinação das cartas:

**Grace:** Carta 5 com a carta 1, carta 5 com a carta 2, carta 5 com as cartas 1 e 2 e esse mesmo padrão segue com as demais.

Os registros no papel, para as professoras Grace e Ada, novamente serviram com um objeto-de-pensar-com permitindo que elas, a partir de abstrações pseudoempíricas, chegassem a uma generalização quanto a estrutura das cartas. Os demais professores, mesmo sem um registro físico, também demonstraram um processo de generalização a partir de abstrações, como pode ser expresso na fala abaixo:

**Charles:** O cartão que inicia com o 4, repete a sequência 4, 5, 6 e 7 depois soma 5 para o próximo número (12), depois novamente uma sequência de 4 (12,13,14,15) e soma 5 (20). Tu tens 4 consecutivos e soma 5.

As generalizações criadas pelos professores seguiram caminhos diferentes, mas todas foram fruto de abstrações da estrutura dos cartões numerados, enriquecidas de propriedades tiradas de processos anteriores de abstração reflexionante (PIAGET, [1977],1999). Desta forma, entende-se que o problema investigativo proposto permitiu a exploração de elementos comuns à matemática a à computação como a generalização, reconhecimento de padrões e a representação, levando os professores a diferentes patamares de reflexionamento, proporcionando abstrações.

Ao concluir as adaptações nos cartões os professores fizeram os ajustes na programação, identificando que esse novo cartão teria uma programação semelhante aos anteriores, apenas alterando o valor da variável para 16, além da inclusão desta nos comandos do ator seta, responsável pela soma das variáveis. Durante a inclusão desse valor na soma, os professores indicavam sua tomada de consciência a respeito do funcionamento do bloco soma que, neste caso, incluía sucessivas somas. O conjunto de blocos que realizava a soma foi destaque para todos os professores que buscavam expressar como o *software* interpretava e calculava os dados. A figura 41 mostra o código da soma de Ada e abaixo apresenta-se as reflexões da professora sobre o seu funcionamento.

Figura 41: Bloco soma – professora Ada



Fonte Elaboração própria, dados coletados

**Ada:** eu separei esse último bloco de soma.

**Pesquisadora:** E como isso impacta no funcionamento do programa?

**Ada:** Ele vai resolver essa primeira parte (quadro1 + quadro 2 + quadro3) + (quadro 4 + quadro 5). Me parece q como é tudo adição não vai dar diferença, mas se tivesse outra operação daria diferença. Por que ele fez assim? Ah porque ele tem duas parcelas então ele faz (quadro 2 + quadro 3) depois soma com o quadro 1 e esse resultado é somado com o resultado do (quadro 4+quadro 5).

As falas da professora Ada representam suas reflexões acerca do funcionamento do *software* que são fruto de suas explorações anteriores no Scratch e fora dele, desta forma coordenações anteriores sobre o *software* em sinergia com coordenações sobre propriedades da adição lhe permitiram a tomada de consciência sobre a situação da soma posta na atividade. Esse processo também foi observado com os demais participantes que ao final apresentaram falas semelhantes a de Ada demonstrando consciência sobre esse funcionamento.

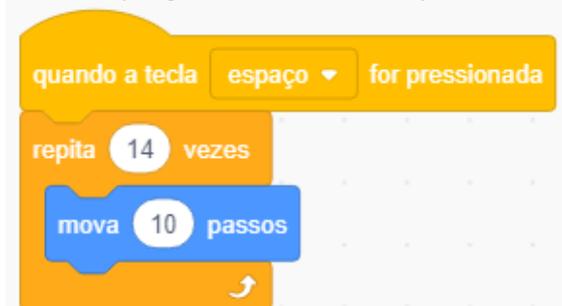
## 8.5 ATIVIDADE INVESTIGANDO MOVIMENTOS – PARTE I

A proposta dessa atividade visava que cada participante pudesse explorar os diferentes tipos de blocos de movimento no Scratch e reconhecer suas propriedades. Cada participante foi convidado a fazer a construção do trajeto do besouro até cada uma das frutas de forma livre, respeitando a regra de não repetir blocos. Os códigos elaborados pelos professores exploraram blocos de movimento relativo, como os blocos de mova e gire, e de movimento absoluto, com blocos que envolviam o deslocamento do ator para um ponto (x,y) ou até um outro ator (frutas).

As professoras Grace e Ada trouxeram, para o início do seu conjunto de comandos, o bloco de evento “quando a tecla espaço for pressionada”, fazendo com que os comandos esperassem a ocorrência do evento, tecla espaço ser pressionada, para que fossem executados. O uso desse bloco pelas professoras resultou de seus processos anteriores de tomada de consciência a respeito do funcionamento do *software*, suas concepções de programa e de automatização, já que as duas possuíam experiências anteriores com programação.

O primeiro deslocamento foi realizado através do bloco “mova\_\_passos” por quatro professores, o outro professor usou o deslocamento via coordenada (x,y). As alterações no bloco “mova” foram acompanhadas de frequentes abstrações empíricas tentando compreender a relação entre o valor e o deslocamento provocado por ele. A professora Annie complementou esse valor usando um bloco de controle, fazendo com que a ação “mover 10 passos” fosse repetida por quatorze vezes, conforme observa-se na figura 42.

Figura 42: Repetição do bloco mova – professora Annie

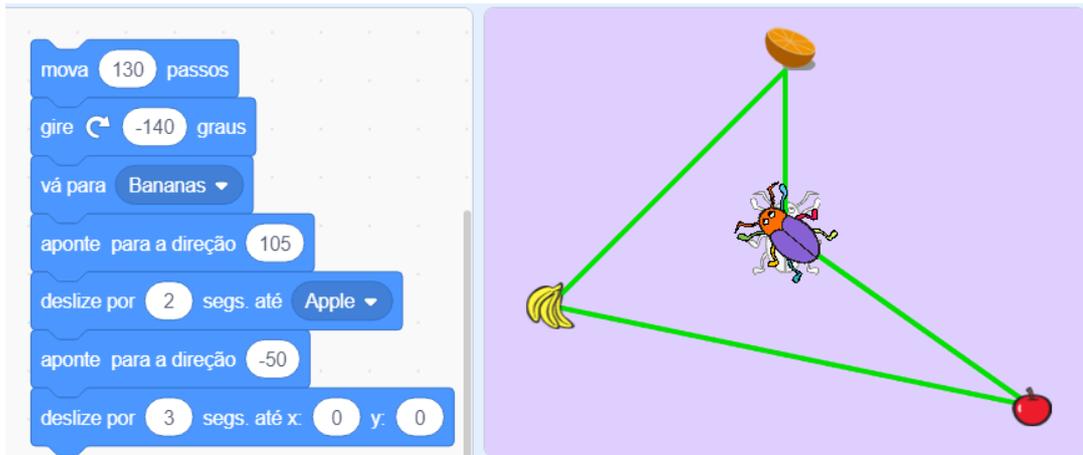


Fonte elaboração própria, dados coletados

Annie afirmou que utilizou a repetição porque não identificou a possibilidade de editar a quantidade de passos e, usar várias vezes o bloco mova, além de ser contra a regra da atividade deixaria o programa mais extenso. Ao optar pela repetição a professora evidenciou seu processo abstração refletida quanto a otimização do código.

Ao atingir a laranja os professores mostravam sua intenção, independente do próximo bloco a ser inserido, de alterar a orientação do besouro, fazendo com que ele se deslocasse ao próximo ponto com a cabeça e o corpo direcionados para o próximo objeto. Os professores Mary, Charles e Ada utilizam essa perspectiva em todo o seu código, como ilustra a figura 43.

Figura 43: Código Investigando Movimentos – professor Charles



Fonte elaboração própria, dados coletados

Durante os questionamentos sobre as diferenças entre os blocos “mova\_\_passos” e “vá para x\_\_y\_\_” é que os professores identificam que nos blocos em que o deslocamento ocorre para um determinado ponto (coordenada (x,y) ou objeto) do palco a orientação do ator não influencia no resultado desse movimento. Já nos blocos “mova\_\_passos” e “gire\_\_graus” a orientação é fundamental, pois o personagem gira e move a partir da sua orientação anterior. Abaixo a fala da professora Mary destaca suas conclusões a respeito dos blocos “mova” e “vá para”.

**Mary:** O bloco mova faz ele ir na direção que ele estiver.

**Pesquisadora:** E o bloco o deslize?

**Mary:** Ele vai para o ponto.

**Pesquisadora:** E o bloco “vá para x\_\_y\_\_”?

**Mary:** Ele não mudou de posição (refere-se a orientação), ele foi para o lugar que eu mandei, era o lugar original, só que ele não ficou na mesma posição (refere-se a orientação), ele ficou na posição (refere-se a orientação) que ele estava (observa os blocos).

**Mary:** Eu parti do princípio que ele tinha que estar na posição (refere-se à orientação) certa para poder ir, se eu colocasse só o bloco “vá para\_\_” não iria, eu me coloquei na posição de aluna de frente caminhando. Agora vi que eu não precisaria dos giros” (tirou todos os giros desnecessários).

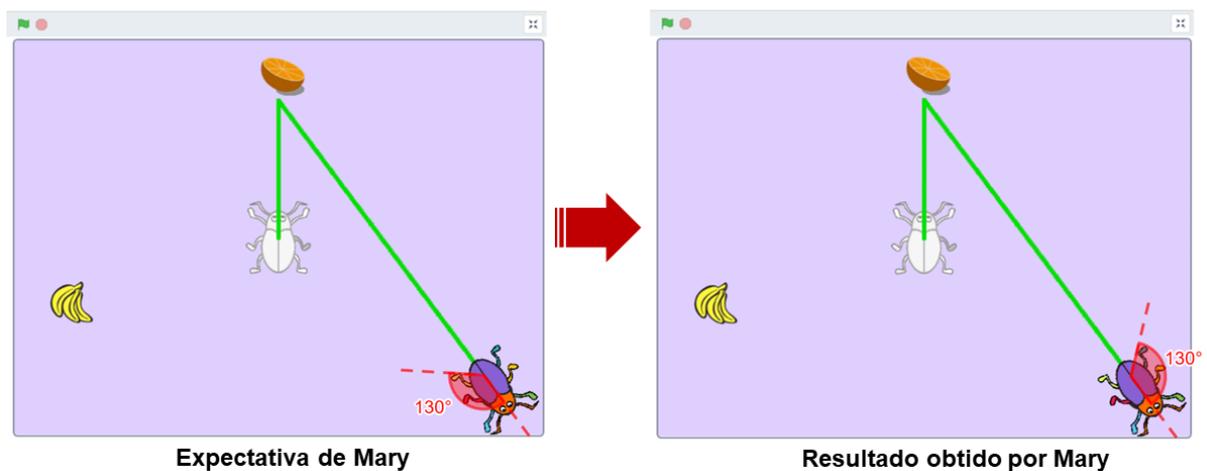
A fala de Mary demonstrou seu processo de tomada de consciência a respeito do movimento do ator que foi acompanhado de abstrações pseudoempíricas que lhe permitiram identificar uma generalização para o movimento no *software*. Ao se colocar na posição do ator e imaginar como ela mesma se deslocaria explorou um potencial do micromundo criado pelo Scratch, que também foi observado por Papert no Logo (1985), em que deslocar o ator levava o sujeito a pensar sobre o seu próprio movimento, pois

“[...] a tartaruga é como uma pessoa – eu estou *aqui* e estou voltado para o norte -, ou como um animal ou um barco. E dessas similaridades provém a habilidade especial da Tartaruga de servir como uma primeira representação da matemática formal para a criança. As crianças podem *identificar-se* como a tartaruga e, no processo de aprender geometria formal, são assim capazes de usar o conhecimento sobre o seu corpo e de como ele se move” (PAPERT, 1985, p. 78, grifos do autor).

Ao usar como referência o movimento do seu corpo, projetando possíveis resultados no *software* o sujeito é levado, de acordo com Papert (1985), a uma dupla relação que é abstrata e sensorial, em que o *software* atua como um objeto-de-pensar-com levando-o a abstrações reflexionantes. Ou seja, escrever uma representação para o seu movimento, neste caso um código, o faz pensar sobre si articulando conceitos matemáticos implícitos na situação.

As investigações a respeito do valor do ângulo a ser inserido foi relatado por todos os professores, que usavam de abstrações empíricas e pseudoempíricas, também baseando-se em seu próprio corpo, visto que movimentavam a cabeça e mãos para auxiliar na compreensão dos movimentos do ator. Mesmo com o uso do corpo, nos momentos em que o ator estava em uma orientação contrária à dos professores era possível identificar desequilíbrios quanto ao conceito de movimento, necessitando que ele gerasse novas acomodações, como pode ser visto na figura 44 que ilustra a expectativa de Mary e o resultado obtido na tela. Abaixo da figura apresenta-se os comentários da professora sobre esse momento.

Figura 44: Observações de Mary



Fonte elaboração própria, dados coletados

**Mary:** Eu tinha colocado 130° porque eu imaginei um valor um pouco maior do que 90°, porque na posição que ele estava a minha intenção era que ele virasse para a minha esquerda, não me dei conta da seta (estava usando o bloco gire para a esquerda) vendo onde ele parou com os 130° eu botei uma aproximação um pouco maior (altera para 230°, depois desfaz a ação com o bloco contrário e finaliza com 225°)

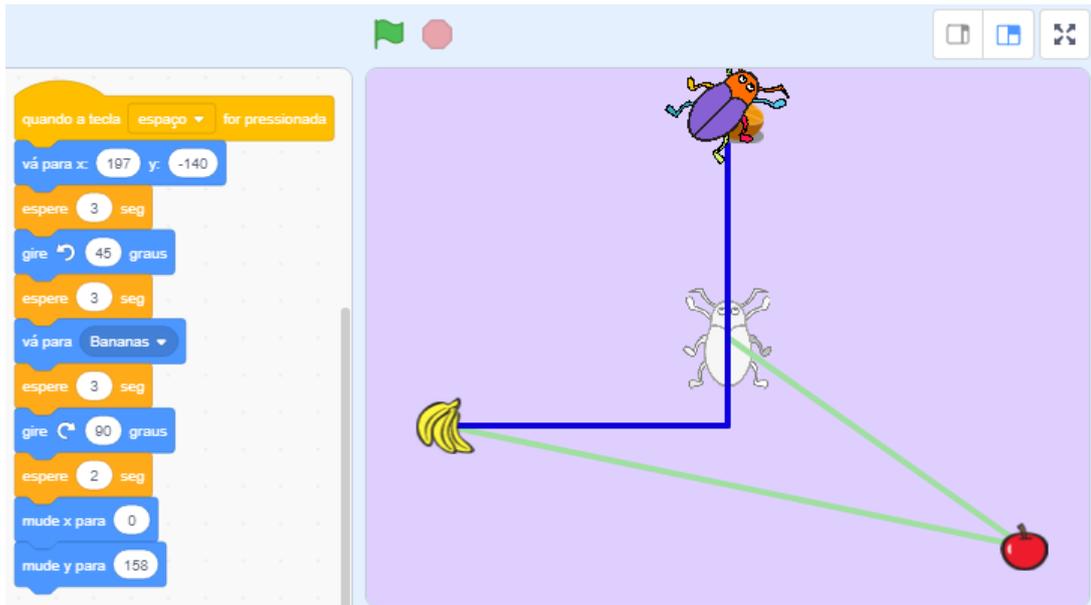
Nota-se que Mary utilizou suas abstrações anteriores do conceito de giro para identificar o valor de 130 graus necessário para o movimento do ator, porém a identificação da orientação do ator como ponto de referência ainda não era uma constante para ela, já que o bloco que ela usava “gire\_\_graus para a esquerda” se referia a esquerda do ator e não a sua. Após a observação do resultado na tela abstraiu empiricamente o movimento do ator e identificou a necessidade de um giro maior, já que ele ocorria pelo lado contrário do que ela tinha imaginado. O programa aqui está além de indicar ao ator um conjunto de ações a serem executadas, ele exige do sujeito pensar-com o ator, associando referências do seu corpo e abstrações empíricas e reflexionantes (PAPERT, 1985; PIAGET, [1977], 1995).

Durante as testagens de valor, conforme ilustrado na fala e ações destacados na figura 44, Mary alterou o valor do giro para 230 graus e identificou a necessidade de alterá-lo sem ter que reiniciar todo o programa, para isso utilizou como opção de desfazer a última ação o bloco gire 230 graus para a direita. A ação de Mary mostrou sua apropriação do *software* associada à conceituação de ângulo, ou seja, o movimento contrário de um giro de 230 graus para a esquerda é um giro de 230 graus para a direita, fazendo com que o ator voltasse para a posição inicial. Identifica-se nessa ação uma composição reversível de Mary, fruto dos seus esquemas de ângulo que lhe serviram de base para a construção de um novo patamar de reflexionamento do *software*, a possibilidade de reversibilidade. A reversibilidade, para Piaget, é a propriedade essencial do pensamento lógico, tornando possível a elaboração de um pensamento reflexivo (PIAGET, [1977], 1995; MONTANGERO; NAVILLE, 1998).

Ao usar os blocos de deslocamento absoluto, conforme mencionado, a primeira intenção da maioria dos professores era ajustar a orientação do ator para depois deslocá-lo a um ponto. Os valores das coordenadas foram reconhecidos pelos professores a partir de suas observações, clicando sobre os atores e visualizando suas informações ou a programação já associada a ele que contemplava um bloco de posição com suas coordenadas. Olhar para o código dos demais atores, mostrou-se um ato investigativo dos professores, tentando compreender as funções ali descritas e sua necessidade para que a estrutura inicial do palco permanecesse intacta. As

professoras Grace e Annie que já haviam utilizado o bloco “vá para x\_\_y\_\_” optaram por acrescentar, em outro deslocamento, os blocos “mude x para\_\_” e “mude y para\_\_” imaginando que ao final teriam o mesmo efeito de movimento. Ao executarem o comando seus atores realizaram trajetos semelhantes na tela, ilustrado pela figura 45.

Figura 45: Movimento dos blocos mude x e mude y – professora Grace



Fonte elaboração própria, dados coletados

Na figura 45 foram destacados em azul os movimentos que correspondem aos blocos “mude x para\_\_” e “mude y para\_\_”. Ao observarem o trajeto executado pelo besouro as professoras afirmam que atingiram o objetivo final, mas não da forma como queriam, pois:

**Grace:** Ele veio até o x zero e depois subiu. Ele chegou na laranja, mas não era assim que eu queria.

**Pesquisadora:** O que tu querias que ele fizesse?

**Grace:** Eu pensei em ir das bananas até a laranja em diagonal.

**Pesquisadora:** E por que ele não foi na diagonal?

**Grace:** Porque ele vai primeiro para o x zero (começou a alterar os blocos colocando primeiro o bloco "mude y para 158")

**Grace:** Era isso que eu queria, agora é só colocar o mude x para zero (executou os blocos). Mas ele foi diferente da maçã.

**Pesquisadora:** E por que isso ocorre?

**Grace:** Se tu colocas o x e y no mesmo bloco é movimento contínuo e quando tu separas em dois blocos ele está executando dois movimentos.

A fala de Grace mostra seu processo, inicialmente empírico a respeito dos comandos que vai aos poucos vai sendo enriquecido de propriedades a respeito do

conceito de plano cartesiano, lhe permitindo chegar a uma abstração refletida sobre a diferença entre os movimentos dos blocos. Nesse sentido, a estrutura de um programa e sua forma de execução permitiram com que Grace articulasse seus esquemas matemáticos para chegar a uma abstração que engloba tanto a computação (sobre estrutura e execução do programa) quanto a matemática. A possibilidade de executar essa ação no computador permitiu estender as possibilidades de reflexão do conceito matemático, que talvez apenas no papel, um possível erro de execução, não permitisse identificar essa diferença. Nesse sentido, o computador está a servindo como um objeto-de-pensar-com auxiliando nos processos de abstração reflexionante do sujeito, trazendo outras formas de pensar um mesmo conceito já construído anteriormente, ampliando seu poder de reflexão (PAPERT, 1985).

As construções dos professores nesse problema investigativo mostraram uma articulação entre os conceitos matemáticos, o funcionamento do *software* e da linguagem de programação. Ao trazer essa estrutura de um pensamento sequencial da computação aliado ao seu poder de simulação, foi possível proporcionar aos professores possibilidades de utilizar seus esquemas matemáticos e com eles gerar novos processos de abstração ampliando seu poder de reflexão.

## 8.6 ATIVIDADE INVESTIGANDO MOVIMENTOS – PARTE II

A proposta dessa atividade consistia em observar o bloco “aponte para a direção” a partir de um programa disponibilizado pela pesquisadora. Inicialmente, ao alterar os valores do bloco, os professores indicavam uma inquietação quanto ao giro executado pelo ator, já que ele não correspondia ao valor colocado no bloco. Como pode ser visto na fala de Ada.

**Ada:** (Inicia alterando o bloco para o valor de 135°).

**Ada:** Eles não giraram 135° (observa o bloco aponte e o conjunto de blocos acionados com a bandeira verde). Ah, eles já tinham 90° no início, só viraram o que faltava para 135°.

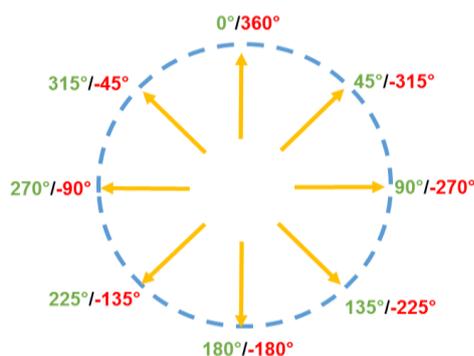
A fala de Ada foi semelhante à dos demais colegas que, inicialmente, imaginavam que o bloco “aponte para uma direção” faria com que o ator girasse o valor inserido. As abstrações refletidas retiradas da atividade anterior serviram de base para que os professores expressassem o resultado que seria exibido na tela pelo personagem, considerando a sua orientação anterior à aplicação do bloco. Identificasse patamares de reflexionamento em ação permitindo comparações e coordenando

as ações, permitindo que os professores chegassem a uma conceitualização e respeito do movimento gerado pelo bloco. O professor Charles, que já havia utilizado esse bloco na atividade anterior, após algumas testagens constata que:

**Charles:** O bloco aponte já dá a direção, o sentido, não necessariamente os graus que ele tem que girar, mas ele dá a posição aqui, o personagem se guia pela direção dessa seta. O bloco gire ele gira o valor, faz o ângulo.

A explicação de Charles deixou clara sua compreensão a respeito do funcionamento que também foi constatada pelos demais professores, que após abstrações pseudoempíricas, verificaram que o *software* tem um padrão estabelecido para esse bloco de direção e que ele vai ser seguido independente do personagem e da sua orientação anterior. A figura 46 ilustra esse padrão.

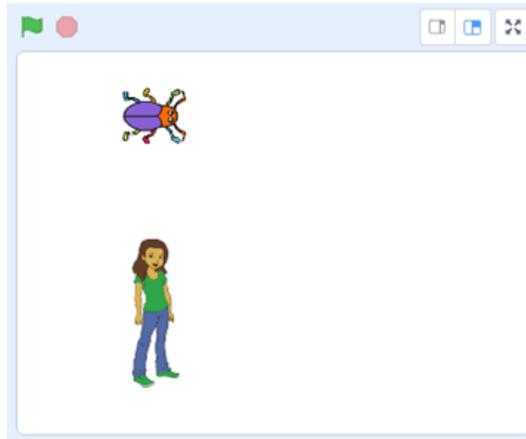
Figura 46: Convenção do bloco “aponte para a direção”



Fonte Rocha, 2017, p. 55

Durante as investigações os professores mostravam-se confusos quanto ao desenho dos atores, já que isso influenciava em sua expectativa sobre como cada um deles realizaria o seu giro. Assim como já mencionado em atividades anteriores, o uso do corpo como referência para pensar sobre os movimentos no *software* é fundamental para a compreensão do seu funcionamento e do estabelecimento de uma relação com conceito (PAPERT, 1985). A fala de Grace deixou essa relação clara, conforme pode ser visto na sequência abaixo em que se apresenta a figura 47 com a posição inicial do ator, seguida da transcrição da entrevista de Grace e posteriormente a figura 48 que demonstra o resultado obtido na tela com a alteração do bloco.

Figura 47: Posição inicial dos atores - “aponte para 90°”



Fonte Elaboração própria, dados coletados

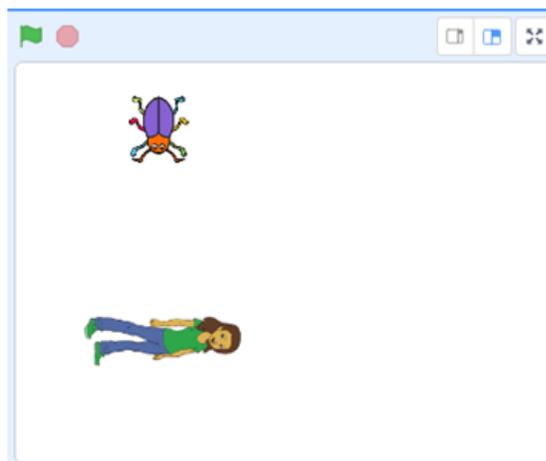
**Grace:** (Começou alterando o bloco de aponte para 180° e imaginou que o besouro ia olhar para a esquerda e a moça para o outro lado, a direita dela. Após executou o bloco).

**Grace:** Para ele é tão fácil definir e para a menina não é tão fácil

**Pesquisadora:** Por quê?

**Grace:** Porque ele eu tô olhando de cima e ela eu tô olhando de frente. Eu estou me colocando na posição deles.

Figura 48: Posição dos atores após a execução do bloco “aponte para 180°”

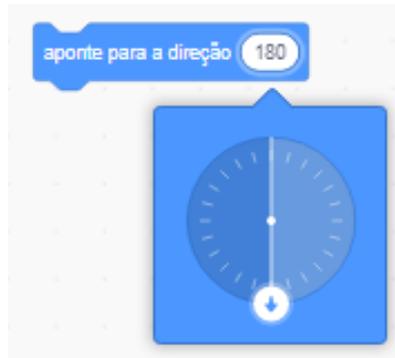


Fonte Elaboração própria, dados coletados

A expectativa inicial de Grace não foi confirmada após a execução do bloco, como pode ser visto na figura 47. Analisando os resultados e os blocos Grace identificou que os atores já estavam, em sua posição inicial, apontando para a direção 90°, mas o resultado executado pela menina não ficava claro para ela, já que se

colocava em sua posição e em como seria girar com o seu corpo 180°. Os demais professores também apresentaram esse conflito, que teve como base processos de reflexionamento a respeito do conceito de ângulo e do movimento do seu corpo. A possibilidade de pensar-com o *software* lhes permitiu, a partir de abstrações pseudoempíricas, identificar que o personagem está em duas dimensões, que o *software* nada sabe sobre o seu visual e executa uma rotação a partir do padrão indicado pelo próprio bloco, como pode ser visto na figura 49.

Figura 49: Bloco aponte para a direção



Fonte Elaboração própria

Nessa situação foi possível identificar um elemento bem específico do *software* e de sua estrutura gerando um desequilíbrio quanto ao conceito de ângulo já construído anteriormente. Acomodar o conceito expresso no bloco “aponte” apoiado no visual do ator exigiu dos professores abstrair o desenho e apropriar-se da convenção estabelecida, possibilitando novos processos de abstração reflexionante.

## 8.7 ATIVIDADE DESENHANDO COM O SCRATCH

Nessa atividade os participantes da pesquisa deveriam criar um programa para desenhar um quadrado, um triângulo equilátero e um polígono regular qualquer. Ao criar os dois primeiros programas, acreditava-se que os professores os utilizariam como base para observações e generalizações, auxiliando na criação do último programa. Após a construção de cada um dos programas a pesquisadora mostrou aos participantes como criar um bloco com a função executar um quadrado, por exemplo. Essa função da programação também é conhecida como programação estruturada em que um programa é dividido em subprogramas (*procedures* ou subprocedimentos)

para simplificar o processo de criação, compreensão e manutenção do programa (MARJI, 2014). Abaixo serão analisadas cada uma das três criações dos professores propostas nessa atividade.

### 8.7.1 Quadrado

Ao iniciar a atividade cada professor abriu o Scratch sem nenhuma construção anterior ou blocos de início. Apesar da proposta envolver apenas a criação do quadrado, os professores iniciaram sua construção estabelecendo um comando de início que envolvesse uma posição e orientação para o seu ator, quatro deles utilizaram o evento da bandeira verde e um deixou, em sua área de códigos, os blocos de reinício soltos para clicar quando desejasse. A figura 50 mostra os comandos das professoras Mary e Ada, que ilustram essa necessidade de marcar um início para o programa.

Figura 50: Conjunto de códigos de início – professoras Mary e Ada



Fonte Elaboração própria, dados coletados

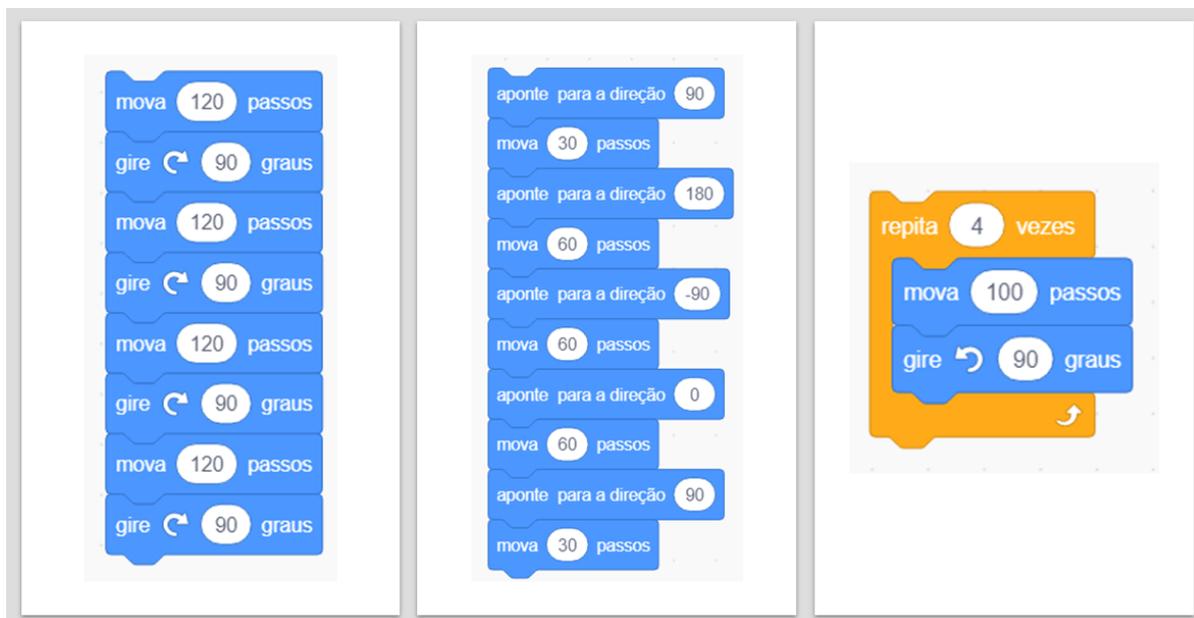
Os blocos de início dos professores consideraram a necessidade de estabelecer uma orientação para o ator, indicando suas abstrações a respeito de como o ator se movimenta e, no caso do Scratch, dependendo desse movimento a orientação anterior é referência para os demais movimentos. A maioria dos professores também considerou necessário estabelecer uma posição através de uma coordenada (x,y), a professora Mary não determinou essa posição, mas a fazia manualmente arrastando o ator pelo palco. Ao criarem um conjunto de blocos de início, os professores demonstraram abstrações a respeito da concepção de programa, ou seja, ele não só executa um conjunto de ações, ele as executa a partir de um conjunto de condições que são estabelecidas pelo programador. Neste caso,

conceitos da computação (condicional, programa) e da matemática (coordenadas, orientação espacial) estão articulados, e entram em ação nos programas dos professores de forma natural, evidenciando o potencial criado por esse micromundo em que o Scratch é um objeto-de-pensar-com (PAPERT, 1985).

A estrutura do código quanto a ordem que cada bloco deveria ser encaixado foi explorada por abstrações empíricas e reflexionantes, em que seus efeitos eram visualizados e acompanhados de observações dos professores. Como é o caso do bloco “apague tudo” em que a sua posição no início do código implicava em não deixar o palco totalmente “limpo”, após análises da sequência elaborada juntamente com seus efeitos na tela implicavam em um novo posicionamento deste bloco no final do código.

A elaboração do código que desenhava o quadrado envolveu o uso dos blocos “mova\_\_passos” e gire \_\_graus” para a maioria dos professores, apenas um professor optou pelo uso dos blocos “mova\_\_passos” e “aponte para a direção”. A figura 51 apresenta o código de alguns professores.

Figura 51: Código do quadrado dos professores Mary, Charles e Ada



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Os três programas apresentados acima, quando executados, desenhavam um quadrado. Os programas das professoras Mary e Ada são semelhantes, porém Ada trouxe uma generalização para o código, que surgiu a partir de uma abstração

reflexionante da repetição dos blocos. Já a estrutura criada pelo professor Charles não admite a mesma generalização, porque o bloco “aponte para a direção” não considera a orientação anterior do ator, implicando em estabelecer, a cada etapa do código, uma nova direção. Observa-se também que o primeiro bloco “mova” desenha apenas a metade do lado do quadrado, sendo necessário concluir esse lado ao final do programa. Uma generalização, para o conjunto do professor Charles implicaria mais elementos e processos de abstração do que apenas acrescentar uma repetição como realizada pela professora Ada.

Durante a elaboração dos códigos, as professoras Ada, Annie e Grace já expressaram que os blocos seriam repetidos e que poderiam usar algum bloco de repetição, além de montarem partes do programa sem a necessidade de testá-lo. Esses fatos podem indicar patamares de reflexionamento, já que demonstraram conceitualização e construíram uma representação coordenada dos movimentos a serem executados (PIAGET, [1977], 1995). Ao finalizar o código, Mary também indicou esses patamares, pois evidenciava o padrão de repetição dos blocos em sua fala, mas como não conhecia o bloco “repita\_\_vezes” não o usou (após deixar claro a concepção da repetição a pesquisadora lhe apresentou o bloco). Outro destaque de reflexionamento dessa professora foi quanto à orientação do seu ator ao finalizar o código, pois nesse momento o código não contemplava um giro no final e, segundo ela:

**Mary:** Ele fez o quadrado só não voltou para a posição inicial porque faltou um giro.

Durante essa fala Mary evidenciou sua conceitualização sobre como ocorreu o movimento, identificando como aprimorar a orientação final do ator, sem a necessidade de testar os blocos, ou seja, trouxe uma representação em pensamento do que anteriormente era feito apenas na ação (MONTANGERO; NAVILLE, 1998). Nota-se que aqui está o Teorema do Giro Completo da Tartaruga: “Se uma tartaruga percorre um caminho ao redor do perímetro de qualquer área e termina no mesmo estado em que começou, então a soma total de todos os giros será de 360 graus” (PAPERT, 1985, p. 101). Apesar de Mary e os demais professores terem incluído o giro no final para que o ator estivesse com a mesma orientação do início do programa, não há dados que levem a concluir, até esse momento, que a inclusão desse bloco era fruto de um processo de tomada de consciência do teorema proposto por Papert.

Transformar o programa do quadrado em um subprocedimento trouxe aos professores mais um elemento da computação, expandindo suas possibilidades de criação e de exploração da programação paralela, conforme expressou a professora Ada:

**Ada:** É estranho essa coisa de usar blocos separados. Eu achava que tinha que ser tudo num comando só. Agora eu vi que não precisa, que as coisas acontecem em momentos diferentes.

A criação dos comandos para reinício também trouxe ao programa uma programação paralela, mas a criação do subprocedimento deixou isso em evidência. Pensar em subprocedimentos proporciona ao sujeito uma forma de pensar mais prática e conceitual, lhe permitindo pensar em pequenas partes, subdividindo o programa. Desta forma, facilita testagens, a localização de possíveis *bugs* e a construção de um subprocedimento que executa toda a ação desejada (PAPERT, 1985). Após a construção do subprocedimento do quadrado, os professores passaram a incluí-lo como um novo objeto-de-pensar-com, tentando usá-lo com outros blocos, criando desenhos aleatórios na tela para testá-lo.

### 8.7.2 Triângulo Equilátero

A construção do triângulo equilátero iniciou novamente com todos os professores estabelecendo um conjunto de comandos para o reinício do programa, partindo de comparações com a construção anterior, sem a necessidade de testar a montagem de cada etapa.

Ao criar a sequência de comandos que desenhava o triângulo equilátero os professores optaram pelos blocos “*mova\_\_passos*” e “*gire\_\_graus*”. O giro inicialmente era o de sessenta graus, mas após algumas testagens com esse valor e processos de abstração pseudoempírica, os professores externavam seus reflexionamentos, como pode ser visto nos trechos das falas abaixo:

**Ada:** Ah não é 60 não! (coloca o 120 e testa)

**Ada:** Quando eu cliquei no 60 ele inclinou para a direita e se fosse esse comando ele ia abrir e ia fazer um ângulo aberto, não ia formar o meu triângulo. Eu queria que ele retornasse em direção à esquerda para poder formar o triângulo. Aí eu fui pensando e olhando a posição que ele estaria e o que eu precisava acrescentar para dar o formato do triângulo. Eu queria na verdade que os ângulos internos tivessem 60.

**Charles:** Que estranho! O que aconteceu aqui? (testa novamente)

**Charles:** Já entendi! (altera para 120 graus)

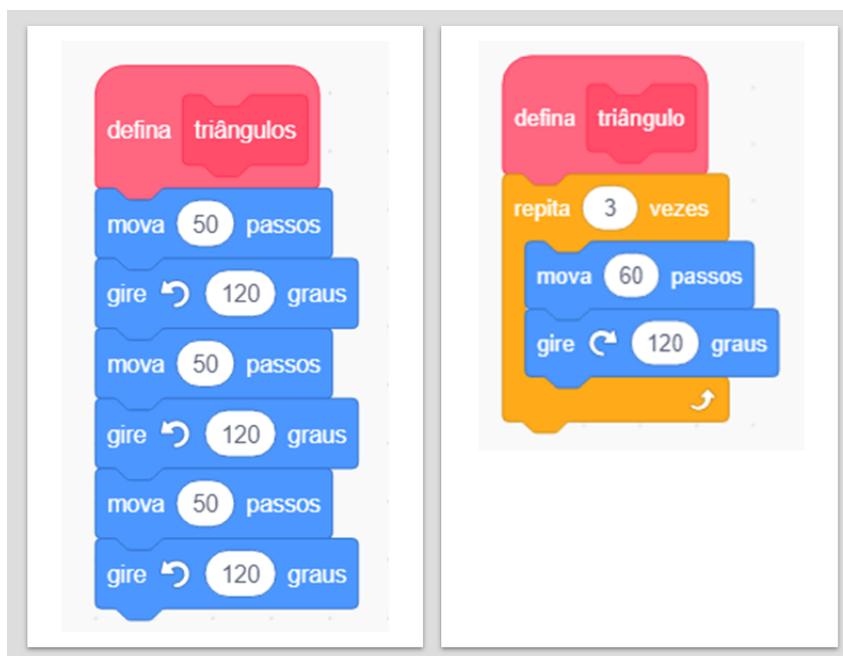
**Pesquisadora:** No início tu tinhas colocado 60, depois de observar alterou para 120.

**Charles:** Sim ele faz o giro, mas ele sempre toma como referência o ponto inicial. Aqui no giro ele tá pegando o ângulo externo.

As falas registradas acima indicam os processos de abstração reflexionante dos professores em que retiraram de seus patamares anteriores o conceito de giro e a concepção de giro do *software* para projetar em outro patamar uma nova construção, que resultou de uma abstração reflexionante sobre o conceito de ângulo (BECKER, 2012). Desta forma, foram necessárias reorganizações mentais, ou seja, uma reflexão sobre o giro do ator que se referia ao ângulo externo, permitindo que alterassem os demais valores de giro sem a necessidade de novas testagens. As falas dos professores expressaram também sua conceitualização sobre o funcionamento do *software* relacionando-o com o conceito matemático presente nessa construção, demonstrando as conclusões a respeito do ângulo externo que foram mobilizadas pelo uso do *software* que, a partir de sua conexão com a estrutura computacional, serviu como um objeto-de-pensar-com (PAPERT, 1985).

Antes de finalizar a construção do programa do triângulo equilátero os professores já apresentavam uma generalização para o conjunto de blocos, conforme pode ser visto nos códigos representados na figura 52.

Figura 52: Código do triângulo equilátero das professoras Mary e Grace



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O código das professoras Mary e Grace reproduzem um triângulo equilátero da mesma forma, mas a professora Grace aplicou o recurso da repetição, generalizando

e otimizando o código. Em um primeiro momento, olhando apenas para o conjunto de blocos criado por cada uma, seria possível afirmar que apenas a professora Grace generalizou o problema, porém, a partir do acompanhamento através do método clínico, observou-se que Mary também fez esse processo mentalmente e expressou-o em sua fala:

**Mary:** No do triângulo eu poderia repetir também, como eu fiz no quadrado.

Observa-se que ambas as professoras realizaram essa reflexão a respeito da construção que consistia em uma repetição das ações mover e girar. Mary demonstrou que o recurso de repetição do *software* se tornou um objeto de pensamento, evidenciando seu processo de reflexão sobre reflexões anteriores (PIAGET, [1977], 1995). Neste caso, o acompanhamento da pesquisadora durante o processo de criação da participante e o objetivo proposto nessa tese, foram determinantes para identificar esse patamar de reflexionamento. Ao trazer a computação como um objeto-de-pensar-com essa pesquisa propõe um olhar para esses processos mentais, destacando como essa integração entre sujeito e objeto ampliam seu poder de reflexão, algo que apenas olhando para o código final e seu efeito na tela não seria possível (SHAFER; CLINTON, 2006; PAPERT, 1985).

### 8.7.3 Polígono Regular

Nessa atividade a pesquisadora propôs aos participantes que criassem um bloco que desenhasse um polígono regular qualquer de forma mais automatizada. Esperava-se que essa atividade, a partir dos reflexionamentos provocados pelas construções anteriores, evidenciasse uma generalização para o desenho de polígonos no Scratch.

Observou-se novamente uma automatização dos professores em relação a necessidade de um programa de reinício, sendo essa a primeira etapa construída. As professoras Grace e Ada reutilizaram o programa criado anteriormente para essa nova situação, através do recurso da “mochila”.

A construção do programa do polígono regular partiu, para as professoras Ada, Annie, Grace e Mary, de uma análise dos programas construídos anteriormente. A partir desse processo elas verificaram como foram construídos o quadrado e o

triângulo, trazendo em suas falas elementos muito semelhantes, conforme expressa transcrição da professora Grace:

**Grace:** Cada um dos que fiz tem gira e move, o move dá o tamanho, eu teria que ver o giro. Eu preciso saber quantos são os lados para ver o repita e pensar nos ângulos externos. Se aumentar o número de lados o ângulo externo vai diminuir e o de dentro vai aumentar.

A fala da professora Grace expressou seu processo de abstração pseudoempírica, em que enriqueceu o programa com propriedades (PIAGET, [1977], 1995), identificando a relação entre a quantidade de lados e o número de repetições, o valor do ângulo com a quantidade de lados. Essas propriedades também foram destacadas pelas demais professoras, trazendo para a área de comandos os blocos repita, mova e gire. A reflexão da professora Grace de que o valor do ângulo externo diminuía à medida que o número de lados aumentava apresenta um patamar superior de reflexionamento, caracterizado pela reflexão sobre reflexões anteriores. Assim, o que antes estava em um patamar inferior, como um instrumento para o seu pensamento passa a ser um objeto de pensamento (PIAGET, [1977], 1995).

Após criar o conjunto de blocos as professoras Ada, Grace e Mary passaram a investigar a relação do ângulo com o número de lados, algumas delas faziam inicialmente um ou mais testes para outros polígonos, diferentes dos usados nas construções anteriores. Esses testes eram acompanhados de expressões como:

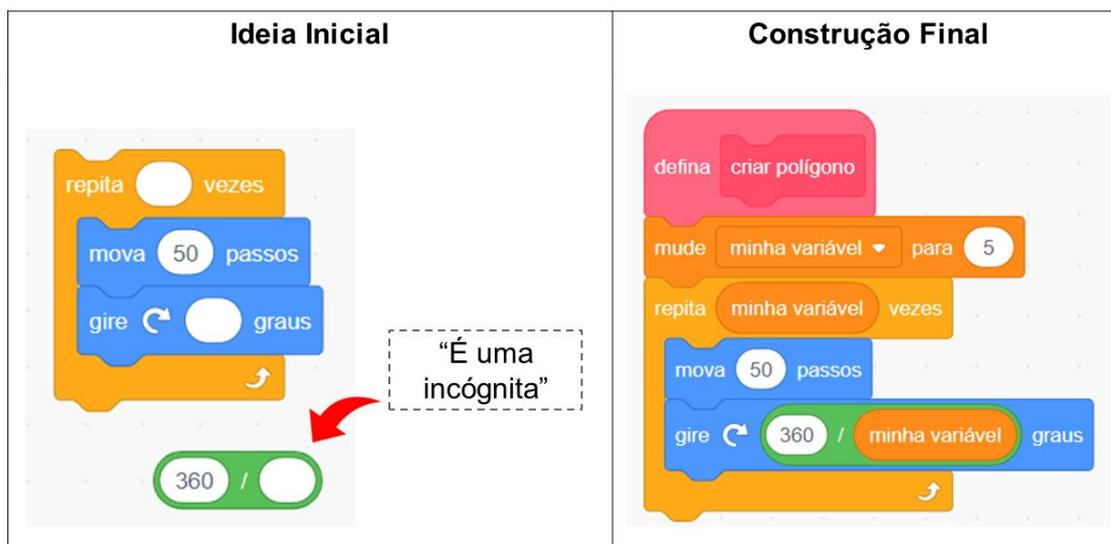
**Ada:** Todos eles na soma final vão ter que dar 360.

**Grace:** Ele sempre gira 360 e ele tem que estar na jogada do giro. Tem que dividir o 360 pelo número de lados para ter o ângulo.

**Mary:** A soma dos ângulos fecha os 360.

As falas das professoras expressaram suas generalizações a respeito do Teorema do Giro Completo da Tartaruga, que foram apoiadas em suas abstrações pseudoempíricas, ou seja, seus reflexionamentos foram concretizados no objeto (ator, programa) e enriquecidos por suas atividades (BECKER, 2012). A partir desse patamar de reflexionamento as professoras demonstraram um novo patamar, uma reflexão, indicando que a quantidade de lados seria um valor variável, necessitando de uma representação que permitisse seu uso em outras situações (a construção de qualquer polígono regular). A figura 53 mostra a tentativa inicial da professora Mary de fazer essa representação e a sua construção final.

Figura 53: Construção da professora Mary para o polígono regular



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Ao iniciar sua construção a professora Mary trouxe o bloco de divisão para a área de comandos, iniciando uma generalização para que o programa calculasse o valor do ângulo. Ela digitou inicialmente o valor do 360 no dividendo e antes de digitar o campo do divisor afirmou:

**Mary:** Mas isso aqui seria uma variável, o valor por quanto eu iria dividir. É uma incógnita.

Nesse momento a professora expressou seu novo patamar de reflexionamento, evidenciando uma generalização da situação apresentada. A professora seguiu sua generalização tentando inserir no campo a letra “x” e o programa não aceitou, nesse momento a pesquisadora lhe mostrou o bloco de variável. O mesmo ocorreu com as demais participantes.

Os professores Charles e Annie trouxeram uma construção diferente para essa situação, apoiada no cálculo do ângulo interno de cada polígono e não no Teorema do Giro Completo da Tartaruga. Abaixo apresenta-se a figura 54 com o programa escrito pela professora Annie e após a transcrição da sua fala que demonstrou as etapas essa construção.

Figura 54: Subprocedimento do polígono regular – professora Annie



Fonte elaboração própria, dados coletados

**Annie:** a soma dos ângulos internos do triângulo é 180, do quadrilátero é 360, é sempre o número de lados menos 2 vezes 180. Dividido esse valor pelo número de lados, isso dá o ângulo interno, o externo é 180 menos essa fórmula. Eu vou ter que colocar essa fórmula ali dentro do bloco do giro (começa a observar os blocos de operadores).

**Annie:** Mas aí eu vou colocar ao invés do “n” o número de vezes. Como vou fazer essa referência?

**Pesquisadora:** O que vai ser o “n”?

**Annie:** O número que a pessoa digitar vai ser o “n”. Eu tenho que colocar um comando que assim que a pessoa digitar entre aqui automaticamente nesse repita tantas vezes, é uma variável (abre o conjunto de blocos das variáveis). Mas a variável é a resposta, tem que abrir também uma caixa de resposta como aquele do calendário.

A fala da professora Annie destacou sua forma de pensar o valor do ângulo externo, enriquecendo a situação com propriedades de suas coordenações, demonstrando uma abstração pseudoempírica (PIAGET, [1977], 1995). O professor Charles também trouxe essa propriedade, porém antes de iniciar a montagem dos blocos criou a variável.

Os professores Charles e Annie, trouxeram um processo de pensamento diferente, que talvez possa indicar um caminho mais relacionado à matemática formal e articulado às suas coordenações anteriores. Já as demais professoras realizaram a construção com base na observação dos movimentos no *software* e em relação ao seu próprio movimento, fazendo um caminho mais próximo do proposto por Papert, desprendendo-se dos conceitos escolares, dando oportunidade à investigação e à exploração de novas formas de pensar (PAPERT, 1985). Nesse caso não se evidencia que um grupo tenha apresentado uma solução melhor que o outro, mas soluções

diferentes e que dizem respeito a sua forma de pensar-com o Scratch baseado em suas experiências anteriores, seus processos de abstração dos conceitos matemáticos e do próprio funcionamento do *software*. O que se destaca é que um mesmo problema investigativo, no sentido proposto nessa tese ancorado nas concepções de Bona (2021, 2022); Bona, Bobsin e Kologeski (2020) e Ponte Brocardo e Oliveira, (2006), pode proporcionar diferentes abstrações reflexionantes em que a linguagem computacional é um objeto-de-pensar-com estruturas matemáticas.

## 8.8 ATIVIDADE PROJETO PESSOAL

A criação do projeto pessoal envolvia o desenvolvimento de um programa que desenhasse um padrão geométrico. Cada participante poderia criar esse padrão utilizando os blocos de polígonos construídos nas demais atividades ou outras ferramentas que tivesse domínio.

Observou-se que todos os professores utilizaram blocos de reinício para estabelecer uma posição inicial, orientação e limpar a tela, destacando novamente seus processos de reflexão a respeito do funcionamento de um programa. Os subprocedimentos de polígonos, criados nas atividades anteriores, foram fundamentais para a construção dos padrões. A partir da escolha de um ou mais polígonos, o professor estruturava mentalmente e expressava verbalmente sua ideia inicial do padrão que desejava criar. As professoras Ada e Annie foram as únicas que mudaram sua ideia inicial, pois durante a construção do programa obtiveram um resultado diferente do esperado e, segundo elas, esse novo resultado parecia mais interessante fazendo com que trabalhassem na construção desse novo padrão.

Durante as construções, os professores mostravam seus processos de abstração reflexionante referente ao movimento do personagem e como ele produzia o desenho do polígono escolhido. Conceitos matemáticos a respeito desses movimentos também estavam em ação, sendo adaptados e dando suporte aos processos de abstração quando os professores pensavam-com o *software*, testando programas e verificando seus efeitos na tela.

A partir da construção da figura inicial, a reprodução do padrão era construída através de uma repetição do laço, ou seja, de uma iteração. Essa coordenação de comandos, de como e o que dever ser repetido, evidenciou diferentes patamares de reflexionamento dos professores, destacando abstrações reflexionantes de conceitos

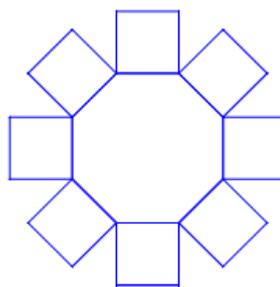
matemáticos e computacionais. A seguir apresenta-se as construções de cada um dos professores, destacando seu projeto inicial, final e processos de abstração durante a construção.

### 8.8.1 Ladrilho – Professora Ada

A professora Ada desejava construir um padrão com quadrados e octógonos que ela chamou de ladrilho. Abaixo apresenta-se a explicação da professora e a figura 55, criada pela pesquisadora, que ilustra o seu relato inicial.

**Ada:** Quero um octógono reto com quadrados em volta. Depois vou fazer vários deles grudados

Figura 55: Ideias iniciais de Ada antes da construção



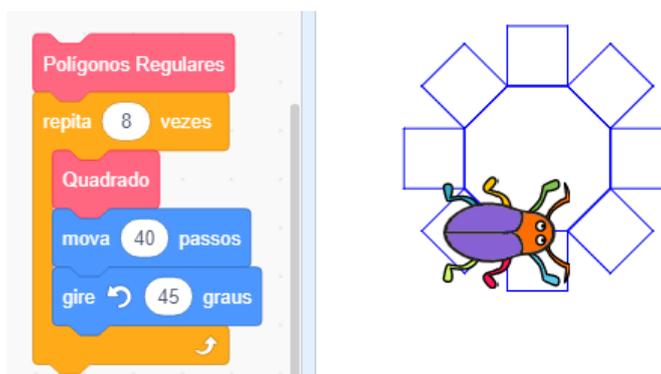
Fonte Elaboração própria, dados coletados

Diante de sua ideia inicial, a professora Ada utilizou os subprocedimentos de polígono regular (para o octógono) e de quadrado. Após construir o octógono ela investigou, a partir de testagens e observações, qual seria a sequência de comandos necessária para que o ator se deslocasse até o próximo vértice do octógono. Destaca-se aqui que o deslocamento do ator, para o desenho dos quadrados resultava no octógono interno sendo o seu desenho inicial desnecessário, ou seja, apenas a reprodução dos comandos dos quadrados traria o mesmo efeito gráfico. Essas propriedades não foram evidenciadas pela professora durante a construção, mas diante da elaboração dos comandos para o desenho dos dois primeiros quadrados, ela identificou que a sequência de comandos se repetiria para a montagem do seu padrão:

**Ada:** Eu posso colocar para repetir isso aqui e aí não preciso montar tudo

A fala de Ada evidenciou um patamar de reflexionamento em que se reconstituiu a ação e comparou-a com outras que são semelhantes (PIAGET, [1977], 1995). Neste caso, verifica-se que esse patamar contempla conceitos da computação como reutilização de programa em uma situação semelhante e a estrutura da linguagem, que estão servindo como um objeto-de-pensar-com propriedades matemáticas da figura construída. A figura 56 mostra o código dessa primeira etapa do padrão.

Figura 56: Comando inicial do padrão – professora Ada



Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Diante da construção exibida na figura 56, a professora Ada desejava deslocar o ator para baixo da figura, a fim de que ele desenhasse novamente esse padrão com as arestas de um dos quadrados sobrepostas. A partir desse deslocamento a professora programou, em sua sequência de comandos, o subprocedimento de octógono, o que implicou em uma sobreposição dessa figura no padrão já desenhado, visto que o giro do ator era para a esquerda. Ao verificar que o resultado foi diferente do desejado, a professora entrou em um processo de investigação:

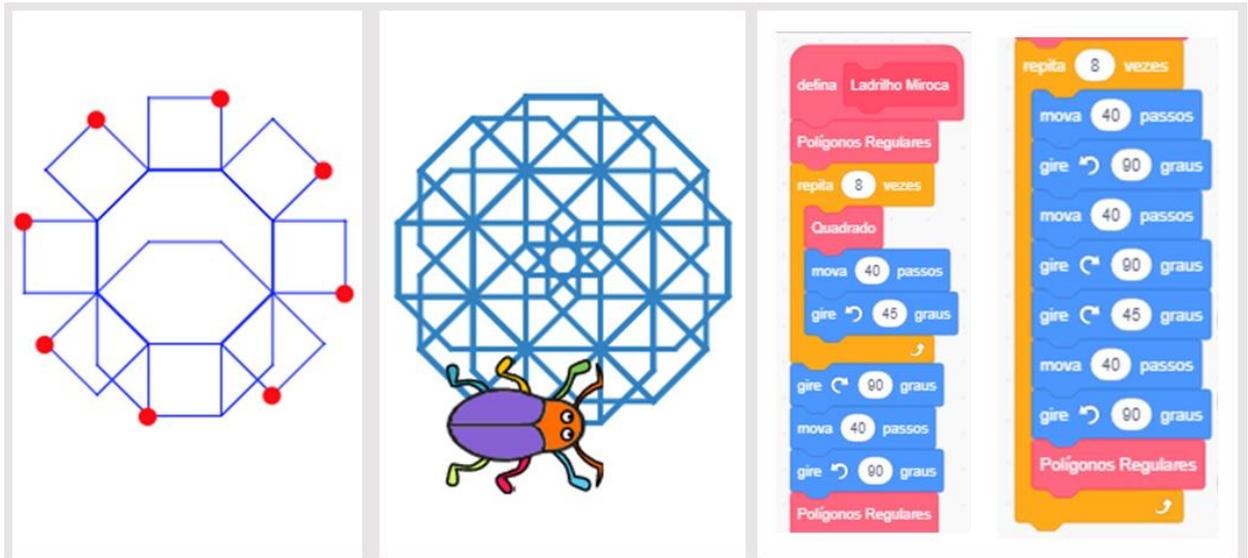
**Ada:** Eu achei que ele ia desenhar o octógono abaixo, mas ficou dentro do outro. Também não coloquei o quadrado, sem ele antes do octógono eu também teria um dentro do outro. Eu preciso entender onde ele começa (executa novamente o comando do octógono).

**Ada:** Eu podia fazer algo assim, vai fazer algo legal.

A abstração reflexionante mostra-se presente nesse momento em que a professora usou a construção como um objeto de pensamento para antecipar o resultado final, caso o octógono estivesse na posição desejada. Além disso, ela identificou que o novo desenho formado com “erro” tinha potencial para a construção de um padrão diferente do seu planejamento inicial. Nesse momento, ela passou a

construir seu novo padrão que consistia em criar octógonos nos vértices dos quadrados. A figura 57 mostra a figura que deu origem ao novo padrão, destacando os vértices que foram o ponto de partida para a construção dos octógonos. Na figura 57 também é possível visualizar padrão inicial completo e seu respectivo código, que foi dividido em duas colunas para facilitar a visualização.

Figura 57: Padrão da professora Ada e seu código



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O código elaborado pela professora Ada reflete todo o movimento do seu pensamento, que foi estruturado a partir de cada deslocamento, para depois ser repetido para os demais vértices. Nota-se que o programa da professora ficou extenso, com comandos de giro repetidos que poderiam ser unificados, mas ele demonstra todo o seu processo de pensar-com o *software*. A aplicação do processo de repetição para a construção dos demais octógonos ressaltou uma generalização da professora, que através de abstrações reflexionantes sobre os movimentos do ator e as propriedades matemáticas envolvidas na sua construção, lhe permitiram estender e projetá-la para o próximo patamar (BECKER, 2012).

A professora foi se apropriando do novo padrão, transformando-o em conteúdo para projetá-lo em novos patamares, que lhe permitiram criar novidades cognitivas advindas de abstrações reflexionantes. Isso ocorreu porque a abstração reflexionante é “[...] fonte contínua de novidades, porque atinge novas ‘reflexões’ sobre cada um dos planos sucessivos de ‘reflexionamento’ e estes se engendram sem que sua

sequência seja jamais acabada” (PIAGET, [1977], 1995, p. 205). Assim, esse processo se constitui em um processo contínuo permitindo novas construções, a partir da ação do sujeito, aumentando a sua capacidade de aprender (BECKER, 2012). No trecho abaixo, destaca-se momentos em que a professora fez essas projeções:

**Ada:** Eu pensei assim, para fazer como se fosse um espelhamento para baixo eu teria que pensar um comando que virasse esse desenho. Vou fazer um teste. (a professora deslocou o ator até o outro vértice usando o comando “mova 40 passos” e girou o ator 180 graus) manda ele ir para o outro vértice do quadrado e manda girar 180. "

**Ada:** Deu certo, mas ficou em cima, eu gostei como ficou. Agora tenho que pensar nos movimentos para os lados (pegou o bloco de mova e gire).

**Ada:** Agora vou ter que fazer ele ir para o outro lado. É a mesma sequência, só tenho que ver o deslocamento dele para não ficar em cima"

O relato da professora Ada foi antecipando suas ações, mostrando como, naquele momento, o computador estava expandindo suas possibilidades de pensar sobre transformações geométricas (nesse caso, a reflexão e a translação). Desta forma, a estrutura da linguagem se tornou um objeto-de-pensar-com, permitindo abstrações reflexionantes sobre o conceito de ângulo, de transformações geométricas, em outros domínios, oportunizando patamares de reflexionamento diferentes dos causados por outras experiências escolares (PAPERT, 1985).

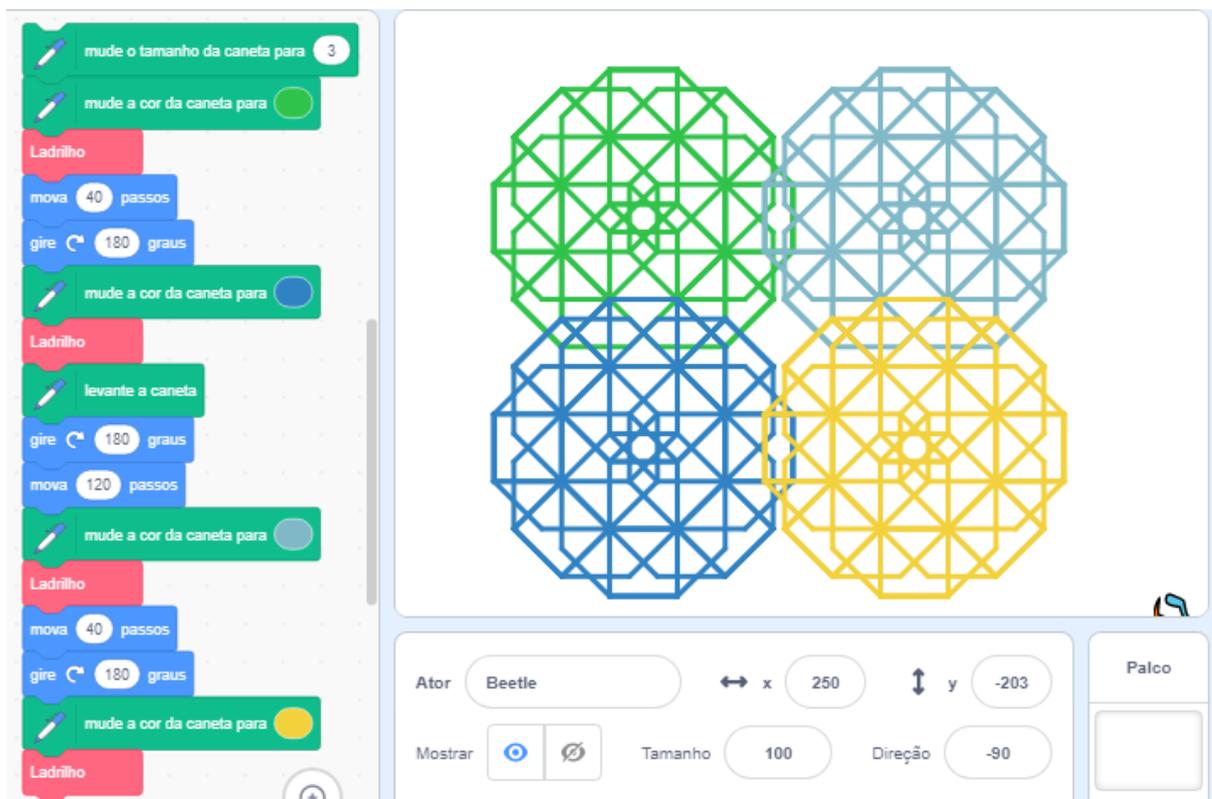
A apropriação da linguagem e dos recursos computacionais tornaram a construção da professora Ada mais simplificada e passível de correções, pois segundo ela:

**Ada:** Eu preciso reorganizar isso. Eu posso criar um bloco para esse padrão como fiz nos outros?

**Pesquisadora:** Pode (Nesse momento a professora criou o bloco de subprocedimento).

Ao criar o subprocedimento para a construção do padrão a professora mostrou seu processo de reflexão a respeito da linguagem de programação utilizada e da estrutura que pode ser articulada para facilitar a criação do seu programa. Além disso, com o subprocedimento ela inseriu em um bloco os objetos assimilados de sua construção para com eles reorganizar seu novo patamar (PAPERT, 1985). A figura 58 ilustra a construção final da professora Ada e o seu respectivo código.

Figura 58: Projeto final – professora Ada



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Ao finalizar a construção a professora expressou seu sentimento de satisfação com a produção final, vislumbrando possibilidades de usar esse recurso com seus alunos. Ada afirmou que já realizava atividades com padrões geométricos em que os alunos pintavam malhas ou tentavam encontrar um padrão em uma imagem dada por ela. Porém, segundo ela:

Ada: Hoje eu vi que eles podem criar os padrões deles sem precisar ficar lá pintando aquelas coisas que eu levo lá pra eles. Eu achei bem mais gostoso do que ficar lá pintando aquele negócio, é sério! Eu acho que para eles construírem vai ser muito mais legal, a dinâmica da aula muda. Me fez pensar muito mais, trabalha muito mais matemática do que só pintar numa malha quadriculada.

A fala de Ada demonstrou seu processo de reflexão sobre sua prática em sala de aula provocado pela atividade, reconhecendo esse problema investigativo como um objeto-para-pensar-com matemática. Os relatos da professora, durante esse encontro e em outros, traziam sua alegria ao perceber que seus conhecimentos matemáticos anteriores estavam presentes em sua mente, mesmo que não utilizasse

diariamente. De acordo com a professora, construir com o *software* foi mais fácil, agilizava os processos de correção e permitia reformulações (ADA, 2022)

Os relatos da professora indicaram uma abstração refletida em relação as atividades e a sua sala de aula, o que pode estimular reformulações de sua prática docente. Assim como proposto por Papert (1994), a formação permitiu que ela se envolvesse em sua aprendizagem, pensando com o computador.

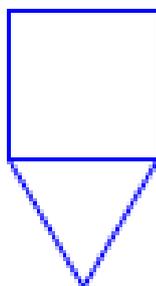
### 8.8.2 Catavento – Professora Annie

A professora Annie desejava construir seu padrão utilizando quadrados e triângulos. Abaixo apresenta-se a descrição da professora e a figura 59, criada pela pesquisadora, a partir das explicações durante o encontro.

**Annie:** Queria um quadrado e um triângulo juntos (criou o quadrado).

**Annie:** Estou pensando como ela vai fazer para desenhar os outros, porque senão fica sempre em cima, vou ter que girar e mover ela.

Figura 59: Ideias iniciais de Annie antes da construção

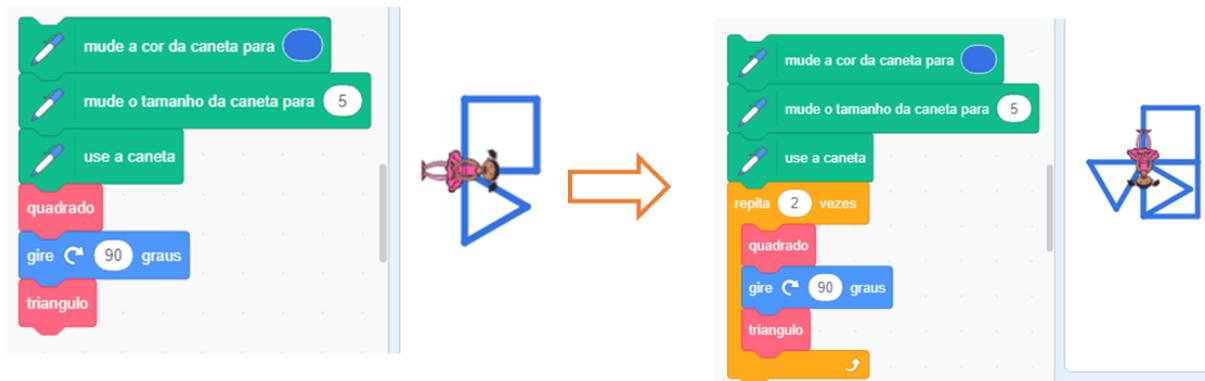


Fonte Elaboração própria, dados coletados

A construção da professora Annie utilizou os subprocedimentos de quadrado e triângulo. Com esses subprocedimentos a professora passou a experimentar sequências de comandos que pudessem reproduzir sua ideia inicial, identificando a necessidade de igualar o tamanho dos lados das figuras. Foram realizadas várias testagens, acompanhadas de abstrações empíricas, para encontrar um valor para o giro que levasse ao modelo traçado inicialmente, porém a figura inicial não era reproduzida pelo *software*. Durante essas testagens a professora obteve um resultado que a fez mudar de modelo de padrão, pois acreditava que acrescentando um bloco

de repetição a sequência de comandos teria o mesmo desenho realizado ao lado. A figura 60 ilustra o primeiro resultado, sem repetição, e o que aplicou a repetição.

Figura 60: Testes iniciais



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O resultado expresso na tela não estava de acordo com o seu desejo e a professora diz:

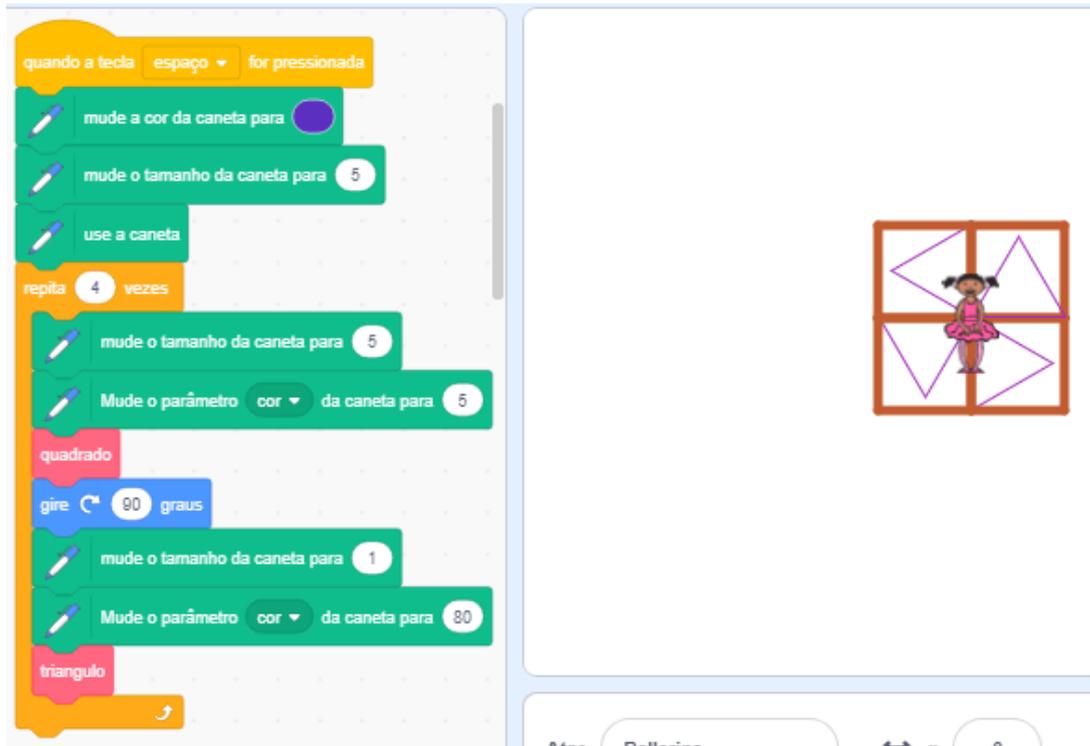
**Annie:** Ele sobrepôs. Queria que ele repetisse sem sobrepor (alterou o bloco repita para 4 e executou)

**Annie:** Já deu um padrão, tipo catavento (alterou cores e espessuras).

**Annie:** Poderia repetir essa figura nos cantos, meio inclinada. Para isso preciso: colocar ela no ponto, fazer girar e depois repetir o conjunto de comandos.

Diante do resultado na tela a professora Annie passou a utilizar um novo padrão, conforme ilustra a figura 61.

Figura 61: Comando inicial do padrão – professora Annie



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Nota-se uma automatização da professora quanto a execução das ações necessárias para a construção das figuras entorno da central. Essa automatização demonstrou uma abstração refletida sobre como o *software* executa as ações, fazendo projeções das próximas etapas do comando. Ou seja, os comandos são um objeto de pensamento para dar origem a novas construções (PIAGET, [1977], 1995).

O próximo passo que deveria ser executado, de acordo com Annie, seria o deslocamento do ator até o vértice superior direito da figura inicial, para então girar e reproduzir novamente o padrão. A professora utilizou as coordenadas do ponto desse vértice para deslocar o ator e depois aplicou novamente sua sequência de comandos do padrão, obtendo uma sobreposição das figuras. A partir da sobreposição, Annie passou a investigar qual seria o deslocamento necessário para que a figura não ficasse sobreposta, já que a construção do padrão partia do seu centro.

**Annie:** O meu problema está nesse início do desenho que está partindo do meio (observa a figura e testa alguns valores como 50 que era o comprimento do lado do quadrado, mas é insuficiente).

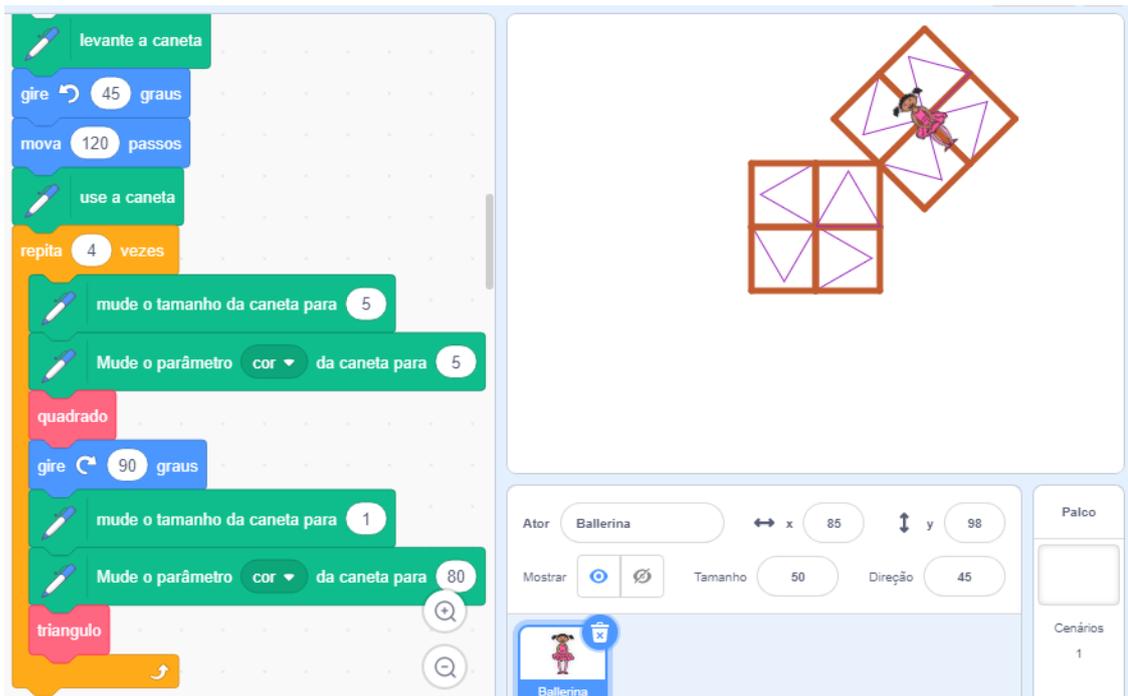
**Pesquisadora:** Como ela deve se mover?

**Annie:** Ela tem que ir até o vértice e mais um pouco (observa a figura por um tempo). Se ela está no centro e quero ir até o vértice, esse seria a hipotenusa, mas ela vai girar e tem que andar mais (calcula o valor da hipotenusa e testa com o giro).

**Annie:** Agora ela tem que andar mais um pouco, porque aqui tem que ficar o lado e ela desenha do meio. Então tem que ser a hipotenusa mais a medida do lado (faz os cálculos e obtém 120, altera o programa e testa).

A fala de Annie demonstrou seu processo de abstração reflexionante, através de um novo patamar de reflexionamento em que coordenou o movimento a ser realizado pelo ator (PIAGET, [1977], 1995). Esse novo patamar teve como origem suas reflexões anteriores a respeito dos conceitos geométricos de ângulo, propriedades do quadrado, triângulo retângulo e do próprio *software*. Nota-se que esse patamar de reflexionamento foi provocado pelas especificidades do *software* e pelo uso da linguagem computacional permitindo que ela pensasse-com essa estrutura, trazendo reflexões matemáticas anteriores para criar uma representação coordenada do movimento do ator. A figura 62 demonstra o resultado dessa construção com o código que executa o padrão que está à direita do central.

Figura 62: Deslocamento do padrão – professora Annie



Fonte Elaboração própria, dados coletados

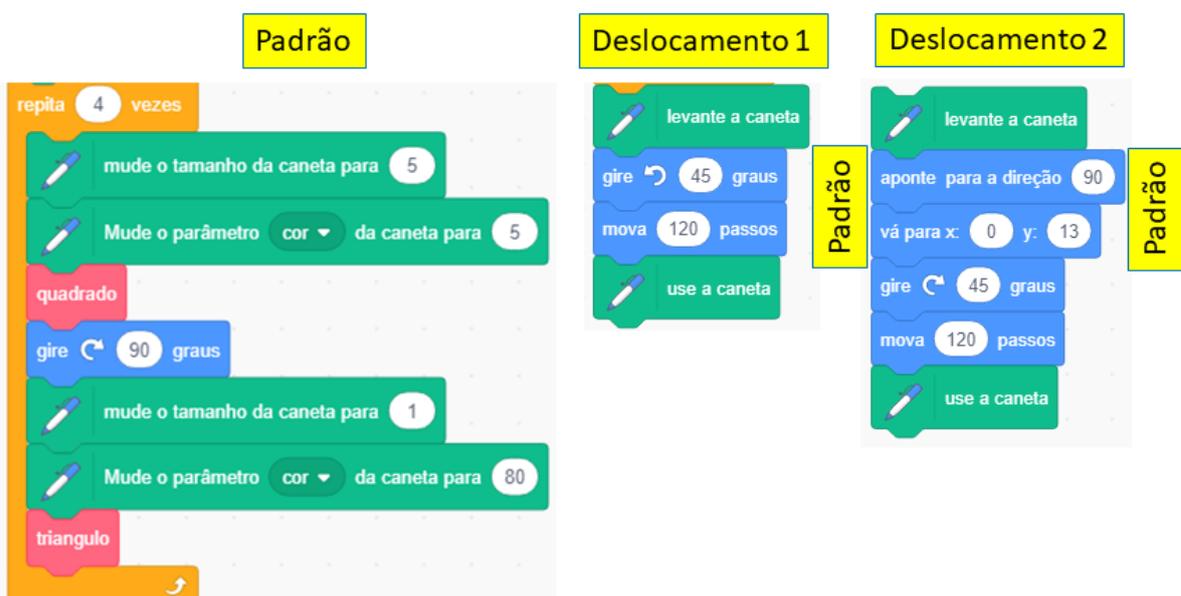
A partir da construção do programa que permitiu o deslocamento do padrão a professora Annie passou a utilizá-lo como um objeto de pensamento para fazer projeções dos próximos deslocamentos do padrão. De acordo com Annie:

**Annie:** Meu desafio é caminhar sempre até o vértice e ver a inclinação que também vai ser diferente (cria um comando para o ator voltar ao centro do padrão inicial, com isso refaz o código anterior alterando os giros).

A fala da professora Annie expressou sua reflexão a respeito dos comandos necessários, usando como fonte da nova construção o que foi reorganizado anteriormente (PIAGET, [1977], 1995). Neste sentido programar o restante do padrão significou criar um bloco de deslocamento para o centro, alterar a direção do ator para 90 graus, determinar o giro (45 ou 135 graus) e mover o ator 120 passos para executar novamente o padrão. Os valores dos giros seguiram o mesmo processo de reorganização, usando o valor contrário do adotado para criar o desenho do lado oposto.

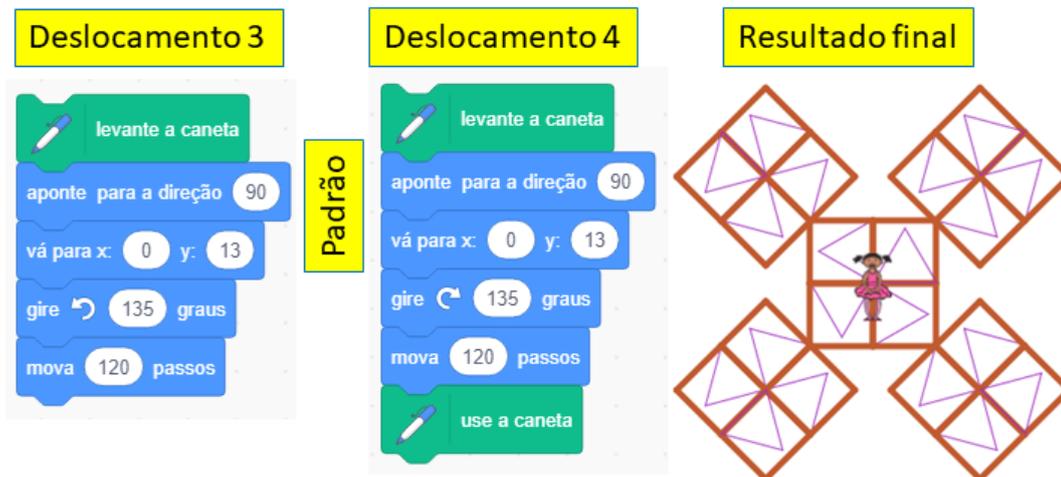
Ao final o programa da professora Annie ficou extenso, já que ela foi copiando o código do padrão a cada etapa. Durante a duplicação dos comandos alguns blocos encaixavam-se em lugares errados, mas a professora conseguia identificar o que precisava ser alterado apenas observando o seu programa. Desta forma, a professora Annie demonstrava uma ação consciente em relação ao *software* e ao programa criado por ela, resultante do seu processo de abstração reflexionante (PIAGET, [1985], 1997). Devido a extensão do código de Annie elaborou-se um esquema apresentado pelas figuras 63 e 64 que explicam a estrutura do código final de Annie.

Figura 63: Estrutura do código final da professora Annie – parte 1



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Figura 64: Estrutura do código final da professora Annie – parte 2



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O código extenso é resultado de um programa linear, que apesar de possuir subprocedimentos para o quadrado e o triângulo, poderia ser dividido em mais subprocedimentos trazendo benefícios à construção, tornando o programa final mais simples de ser entendido e corrigido (PAPERT, 1985). A professora Annie trouxe essa reflexão ao finalizar sua construção:

Annie: Eu poderia usar um repita, mas não sei como usar.

Observando a fala da professora, identificou-se uma possibilidade de projeção sobre um patamar superior de reflexionamento, porém isso necessitaria de mais explorações para que ela atingisse novos patamares que dizem respeito aos conceitos computacionais, mas também à construção matemática. Neste caso, novas abstrações reflexionantes seriam necessárias, implicando em outro processo de generalização. Após esse processo outros ainda poderiam ser iniciados, dando origem a graus cada vez mais elevados de reflexão. Assim, identifica-se o potencial provocado pelo uso da estrutura computacional que, ao aprimorar o programa, provoca novas abstrações matemáticas e computacionais.

Ao final de sua construção a professora Annie destacou pontos positivos em relação à formação como a aplicabilidade das atividades, a frequência dos encontros e a metodologia aplicada, permitindo um maior aprendizado. Segundo ela:

**Annie:** Trabalhar no Scratch mobiliza vários conteúdos e juntos. Ali é uma aplicação bastante global, bastante complexa. Por isso eu volto o que já falei antes, só o recurso em si só deixar eles manipular eles vão aprender, mas como um exemplo prático quando eu tive que fazer a fórmula do polígono qualquer eu tive que saber um monte de coisa sobre ângulos. Eu consegui ter recurso para ir pensando. Se os alunos não têm isso antecipadamente eu não sei se eles vão conseguir, então tem que caminhar meio junto.

A fala da professora expressou sua reflexão a respeito das possibilidades do *software* e da sua concepção de uso da tecnologia, apontando a necessidade de um desenvolvimento prévio dos conceitos. Diferentemente das ideias apontadas por Papert (1985, [1993], 2008), que é também o foco desta pesquisa, em que o computador e a estrutura computacional possam servir como um instrumento de pensamento para que o sujeito investigue conceitos de forma natural. Esse movimento exige não só uma mudança de paradigmas por parte do professor, mas também da estrutura da escola, como complementa a professora:

**Annie:** Pretendo propor mais atividades dessas, pretendo propor o Scratch com o 5º ano que tenho mais liberdade (tem um projeto). Com as outras turmas também, mas o que me prende é o tempo, o desenrolar dos conteúdos. Eu sei que isso mobiliza muito conteúdos e que talvez a aprendizagem seja mais significativa desse modo, mas a gente tem um compromisso principalmente com os alunos do 9º ano que querem fazer prova seletiva. A gente tem essa preocupação com o conteúdo formal. Eles precisam ter a parte da teoria com definições e conteúdos para poder aplicar.

O relato de Annie evidenciou o processo de engessamento da escola, de um sistema que exige um conhecimento formal, em que parece não haver espaço para a criação e a investigação por parte dos sujeitos. Nota-se que a professora acredita nas potencialidades de um trabalho mais investigativo, mas é subvertida pelo sistema. Nesse sentido, o sistema vai em direção oposta ao processo de desenvolvimento do conhecimento, em que investigar, testar hipóteses e engajar-se em algo significativo são elementos essenciais para que os processos de abstração reflexionante ocorram. Acomodar-se com o sistema só traz prejuízos ao aluno.

A possibilidade de superar a metodologia da repetição, amplamente consagrada pela escola, metodologia que reduz o sujeito a passividade, reside na abstração reflexionante. Tal superação deve ser feita na direção de uma pedagogia ativa que aposta na construtividade, criatividade e inventividade da ação do sujeito na aprendizagem (BECKER, 2012, p.104).

Desta forma, acredita-se que a proposta de trazer a computação como um objeto-de-pensar-com é uma forma de superar os modelos já existentes e

proporcionar aos sujeitos experiências ativas e significativas de construção do conhecimento.

### 8.8.3 Crie o seu padrão – Professor Charles

Ao iniciar a proposta da atividade o professor Charles afirmou que desejava construir um programa em que o usuário pudesse criar o seu próprio padrão. O usuário indicaria a quantidade de repetições e a quantidade de lados, a partir dessas respostas o programa construiria uma sequência, de um mesmo polígono, em uma linha horizontal.

O programa estruturado pelo professor utilizava o subprocedimento de polígono e para a interação com o usuário o bloco de sensor “Pergunte e espere a resposta”, a resposta dada pelo usuário foi gerenciada em seu programa por uma variável. A figura 65 apresenta o programa inicial criado pelo professor com o resultado do seu primeiro teste que, para ele, executaria um triângulo três vezes.

Figura 65: Construção inicial – professor Charles



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O programa criado pelo professor interagiu com o usuário em dois momentos: primeiro solicitando o número de repetições que ficava armazenado na variável “repet” e, no segundo, quando o bloco de polígono regular era executado solicitando a quantidade de lados do polígono que era armazenado na variável “n-lados”. A variável “n-lados” era utilizada pelo subprocedimento “Poli-Regular”, sendo responsável pela construção do polígono de acordo com o número de lados digitado pelo usuário. A partir do programa criado por Charles foi possível identificar abstrações refletidas em

relação ao gerenciamento de dados, que depois de coletados precisavam ser usados pelo programa, nesse caso, ficavam armazenados na variável. Essa consciência do professor é resultado de experiências anteriores com outros *softwares*, ele evidenciou isso trazendo expressões como: “onde eu declaro a variável?”, “como eu faço para ela assumir esse valor?”. Essas falas mostraram um conhecimento anterior que foi utilizado como um objeto de pensamento para que novas abstrações fossem geradas dentro dessa situação.

Ao executar o programa o professor identificou alguns problemas:

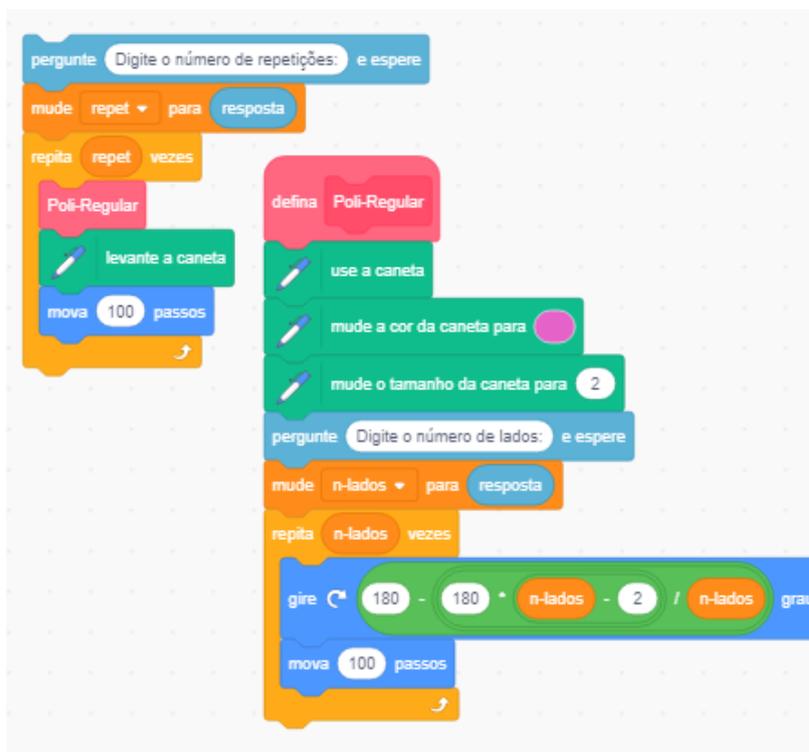
**Charles:** Eu pedi três triângulos. Ele repetiu só que não andou (acrescenta o bloco “mova 10 passos” no final e testa, depois altera para 100 passos).

**Charles:** Eu preciso de um controle (acrescenta um controle de repetição, a quantidade de repetições é o valor da variável “repet”).

O teste realizado pelo professor levou a um desequilíbrio em relação ao seu código e o resultado obtido na tela. Diante disso, um novo patamar de reflexionamento se constituiu em relação à estrutura do seu programa e apropriação *software*, identificando a necessidade de especificar em seu algoritmo cada etapa que desejava executar. Ao acrescentar o bloco de movimento no final do código o professor observou novamente o que estava sendo executado e que a repetição não estava contemplada, já que o bloco “mude repet para resposta” apenas alterava a variável e não aplicava a repetição.

Aplicando os novos blocos o professor conseguiu o resultado desejado, mas passou a investigar uma nova situação: a cada polígono desenhado o programa solicitava quantos lados deveria ter o próximo polígono. A figura 66 mostra o código dessa nova situação.

Figura 66: Código com perguntas repetidas – professor Charles



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Ao analisar seu código o professor apresentou algumas conclusões:

**Charles:** Ele não está memorizando o número de lados

**Pesquisadora:** O que diz todo o teu código? Tu podes deixar visível as variáveis (a pesquisadora mostra ao professor como ativar a visualização).

**Charles:** Primeiro eu pedi para mudar o “repet” para resposta. Isso está certo (testa para confirmar).

**Charles:** Vou colocar três repetições e três lados. A princípio está ok. Hum, ele está perguntando novamente o número de lados, mas ele está armazenado na variável (observa o bloco de polígono).

**Charles:** O bloco de polígono sempre pergunta quantos lados, por isso. Então, o que acontece... eu poderia desvincular a resposta. Tem como?

**Pesquisadora:** Desvincular como?

**Charles:** Eu queria colocar as duas perguntas, antes de começar o bloco.

**Pesquisadora:** Tu podes.

**Charles:** Vou começar digitando primeiro o número de repetições, para depois o número de lados. Agora como eu vou fazer? Ficou resposta e resposta.

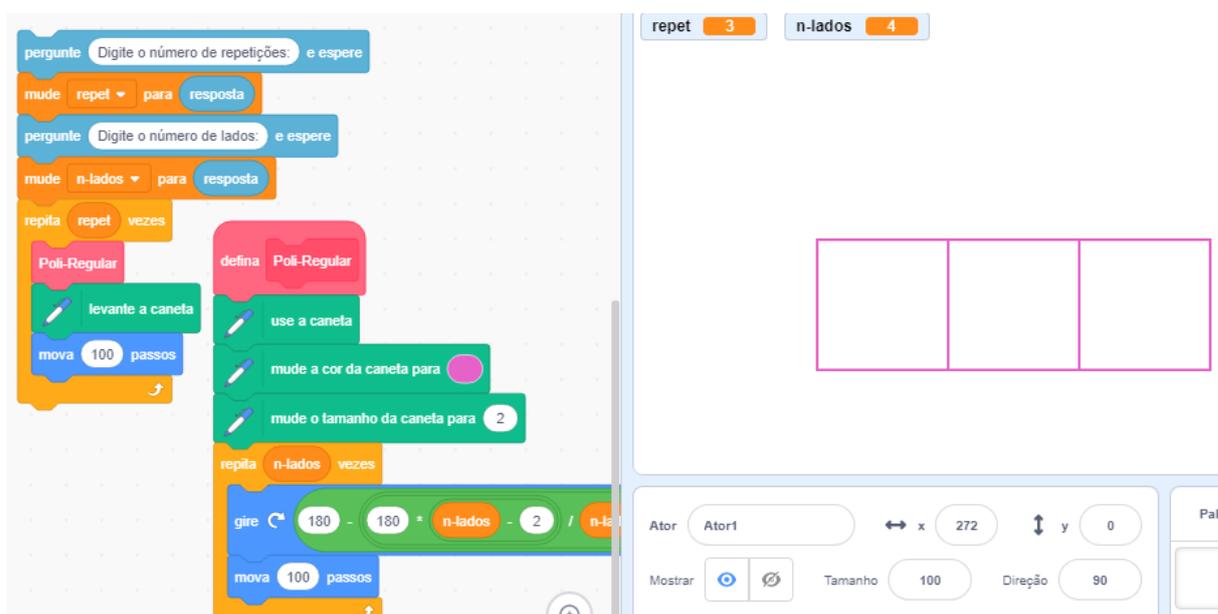
**Pesquisadora:** Tudo fica armazenado na resposta, mas a ordem como tu lida com elas é que vai te dizer qual resposta está ativa.

(o professor retira a pergunta da quantidade de lados do programa do polígono e coloca-a antes da repetição no programa de padrão)

Ao realizar a análise do código o professor demonstrou sua consciência em relação ao programa, identificando a ação do programa a cada etapa de sua execução. A análise do programa do subprocedimento do polígono foi um momento em que, a partir de uma abstração refletida sobre a combinação desse programa com

o do padrão a ser desenhado, lhe permitiu uma tomada de consciência sobre toda a estrutura de sua construção. É essa abstração refletida da situação que lhe forneceu elementos necessários para reorganizar os blocos e executar o programa da forma que desejava. Observa-se que o desafio do professor durante a construção não contemplava conceitos matemáticos, mas a estrutura da linguagem de programação utilizada. A figura 67 apresenta o comando final criado pelo professor e um exemplo de padrão com três quadrados.

Figura 67: Projeto final – professor Charles



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Após a construção do seu padrão, na entrevista final, o professor Charles expressou sua opinião a respeito do uso do Pensamento Computacional com os alunos, em especial, a programação em Scratch. Ele enfatizou a necessidade dos alunos se apropriarem dos conceitos matemáticos para depois realizarem atividades no *software*, como destaca a transcrição abaixo.

**Charles:** Eu acho que tu ativas teus conhecimentos matemáticos para ter o ganho do conhecimento dos comandos de programação, pra ti usar os comandos, através desses comandos tu consegue colocar aqueles conceitos de matemática que tu já tem. Outra via seria dar o contrário, dar para o aluno os comandos e através dos comandos, conforme ele vai colocar, ao ir testando os comandos e os alunos testarem os comandos encaixando esse com esse e ver o que ele vai fazer e através daquilo ali ele vai construindo o conhecimento matemático.

**Pesquisadora:** E em relação a sua sala de aula, como você sente esse trabalho com Pensamento Computacional?

**Charles:** É viável, mas depende em qual parte vai usar, no ensino fundamental teria que ser uma coisa mais pronta (até o 7º ano).

**Pesquisadora:** O que tu te referes como mais pronto?

**Charles:** Como esse exemplo que eu dei do polígono, mas acho bom no ensino fundamental até no quinto ano já é bem positivo.

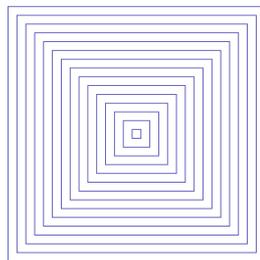
A fala do professor apresentou sua concepção em relação ao uso de conceitos da computação no ensino. Na primeira forma ele descreve uma aprendizagem da computação a partir de conceitos matemáticos, é nesse grupo que estariam as atividades produzidas durante a formação. Já na segunda opção, os alunos receberiam um comando pronto do professor e a partir dessa construção poderiam aprender matemática. Nota-se que, nos casos apresentados pelo professor, ele destaca que uma aprendizagem precisa ocorrer antes: ou a computação ou a matemática. Diferentemente do proposto nessa tese, busca-se que essa aprendizagem ocorra de forma simultânea, em que pensar-com a computação pode ser uma forma de desencadear processos de abstração reflexionante que proporcionem aprendizagem matemática e computacional. Mais do que isso, propõe um ambiente em que o aluno possa criar, desenvolver suas teorias e testá-las, um ambiente rico em possibilidades e conexões (PAPERT, [1993], 2008).

#### **8.8.4 Quadrado dentro do quadrado – Professora Grace**

A professora Grace iniciou seu projeto desejando criar um padrão com quadrados, um dentro do outro com o seu centro em comum. Abaixo apresenta-se a explicação da professora e a figura 68, criada pela pesquisadora, a partir da descrição durante o encontro.

**Grace:** Quero uma sequência de quadrados um dentro do outro para dar a ideia de profundidade. Depois quero brincar com jogo de cores e de aparecer ou não eles, ou de repente só mudar de cor.

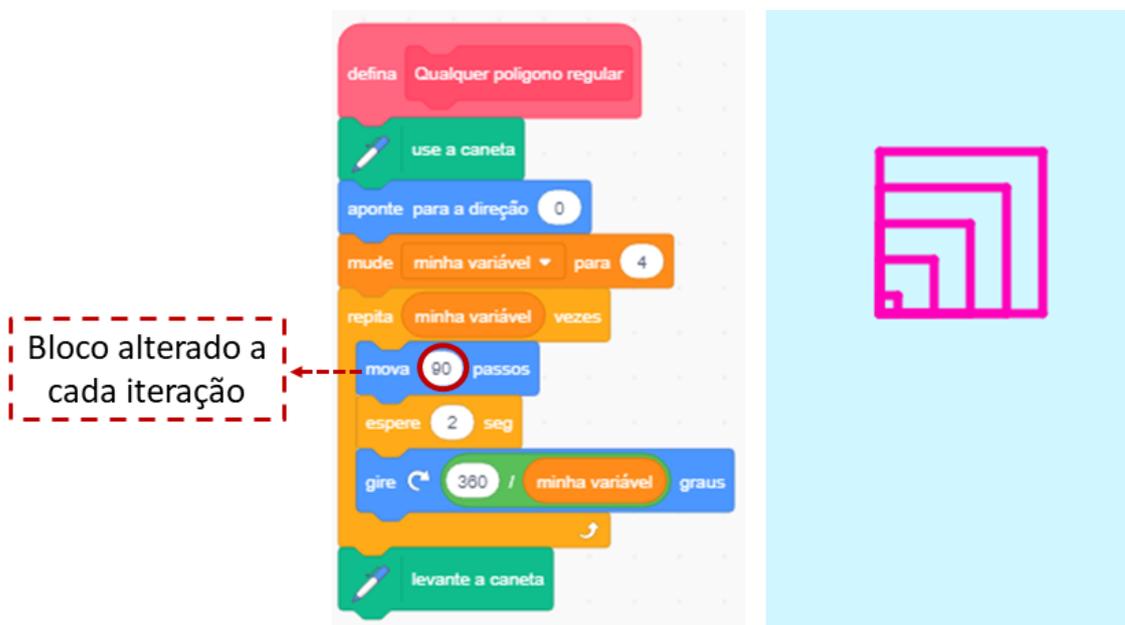
Figura 68: Ideias iniciais de Grace antes da construção



Fonte Elaboração própria, dados coletados

De acordo com a professora Grace a sua sequência só dependeria da reprodução de quadrados que teriam um aumento de “vinte passos” no valor do lado. A professora iniciou fazendo alguns testes diretamente no bloco de polígono regular, construído anteriormente, para isso executava o bloco e antes de cada nova iteração alterava o valor do lado do quadrado para vinte a mais que o anterior. A figura 69 mostra o resultado desse primeiro teste.

Figura 69: Teste inicial do comando – professora Grace



Fonte Elaboração própria, dados coletados

A sequência inicial da professora Grace demonstrou seu patamar de reflexionamento em que reconstituiu a construção anterior, comparou-a com a sua ideia de padrão e identificou possíveis alterações que deveriam ser realizadas para a construção do novo desenho. Essa construção mental da professora deixou em

evidência um processo de abstração reflexionante a cerca da construção matemática e de apropriação do *software*. Mesmo assim, a professora identificou que o padrão expresso na tela não correspondia ao seu desejo, além de exigir uma execução manual. Ao ser questionada sobre uma possível automatização em relação ao tamanho do lado do quadrado a professora explicou:

**Grace:** Eu tenho que criar mais uma variável. A variável que eu tenho é o número de lados e vou ter que ter uma para aumentar (abriu os blocos de variável e observou-os).

**Grace:** Ah eu posso pegar esse bloco "adicione mais um a minha variável" e coloco para adicionar 20 na variável (criou a variável com o nome "maior" e testou).

**Grace:** Mas eu não disse quanto ela tem que iniciar (alterou para começar com valor 10).

A fala da professora Grace expôs sua compreensão sobre o conceito de variável dentro do programa, identificando, a partir de abstrações pseudoempíricas, adaptações que eram necessárias. Nota-se que a professora já tinha experiências anteriores com o *software* e com outros materiais que desenvolvem ideias de programação, o que permitiu que ela realizasse comparações com situações semelhantes para realizar essa construção.

A automatização do bloco de ampliação dos quadrados trouxe parte da ideia inicial da professora Grace, após essa etapa ela passou a persistir o que se tornou o seu maior desafio na construção: fazer com que os quadrados não tivessem vértices e arestas comuns. Durante o processo ela afirmava:

**Grace:** Eu tenho que mudar a posição dele.

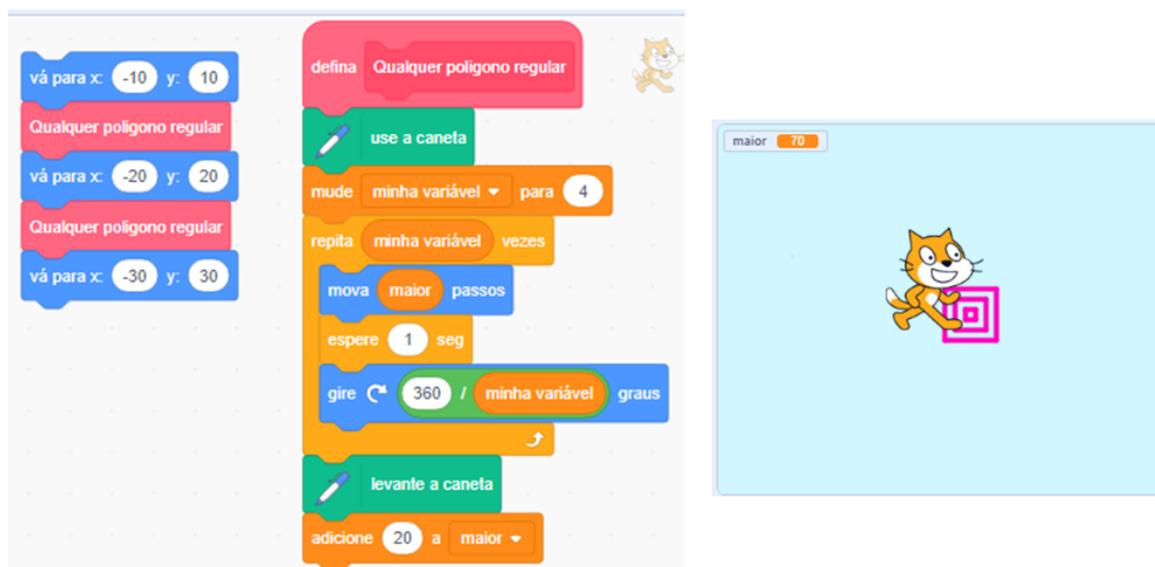
A fala da professora demonstrou sua abstração a respeito do movimento a ser realizado pelo ator, porém a forma como deveria ocorrer essa mudança de posição precisou de vários momentos de abstração pseudoempíricas como: acrescentar o bloco "mova 20 passos" após a construção de cada quadrado, alterar a posição x, alterar a posição y. Cada um desses testes não forneciam o efeito desejado inicialmente. Ao utilizar o bloco de alteração de uma das coordenadas (x ou y) do ator a professora fez uma projeção para um novo patamar de reflexionamento:

**Grace:** Na verdade ele precisa aumentar 10 para cada lado e 10 para cima e para baixo (olhou os blocos de movimento).

**Grace:** Consigo fazer isso com o bloco aumente x e y. Ele tem que ir 10 para a esquerda, diminuir 10 no x e 10 no y (alterou o bloco "vá para x -10 e y 10" depois testou).

A projeção da professora Grace lhe permitiu criar uma sequência de comandos, estabelecendo valores fixos para a posição do ator, demarcando o vértice para o início dos novos quadrados, conforme ilustra a figura 70.

Figura 70: Testagem de posição – professora Grace



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Observando o programa da professora Grace identifica-se que ela utilizou um novo conjunto de blocos para criar o movimento do ator que desenhava cada quadrado do padrão. Ao criar esse novo conjunto a professora dividiu o problema em partes, facilitando a sua compreensão. Nessa etapa da construção, as abstrações anteriores do conceito de plano cartesiano deram suporte a compreensão do deslocamento nessa nova situação, permitindo a projeção para um patamar superior dos conceitos matemáticos aplicados na linguagem computacional. A fala abaixo expressa esse momento:

**Grace:** Não posso ficar criando um bloco para cada novo quadrado (olhou os blocos de movimento)

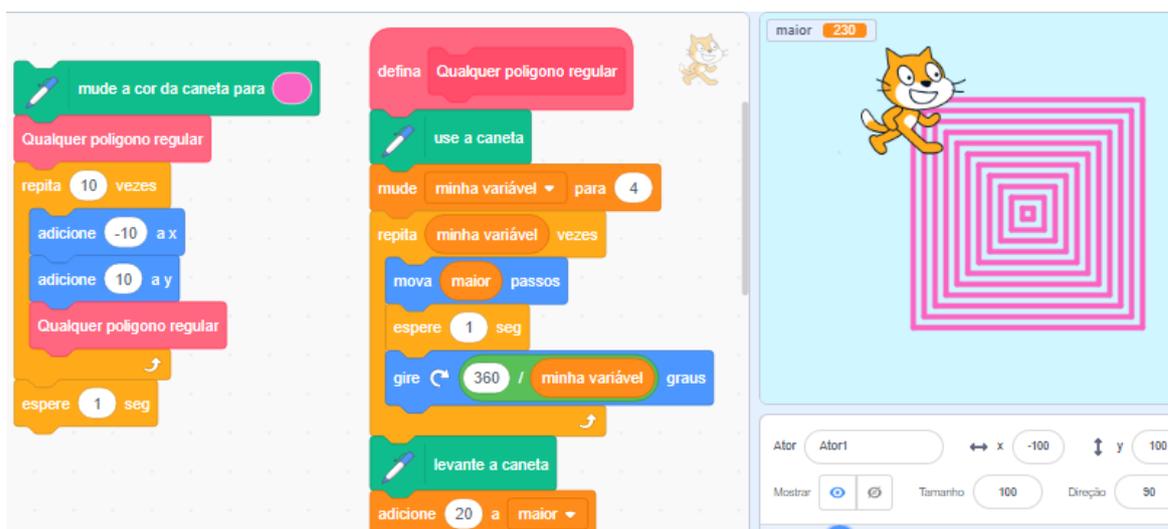
**Grace:** Posso usar o adicione 10 a x e adicione 10 a y (testa)

**Grace:** Agora tenho que pensar quantas repetições eu quero.

A fala da professora expressou uma reflexão sobre a estrutura do programa e uma generalização matemática para a situação, criando um modelo para o padrão que ela havia projetado no início. Desta forma, a acomodação dos conceitos matemáticos envolvidos no movimento do ator permitiu coordenar suas ações e

reestruturar o programa (BECKER, 2012). Ao final a professora concluiu seu padrão criando o desenho desejado, após o encontro acrescentou o recurso de som, mas a ideia de alternar a visualização dos quadrados não foi executada. A figura 71 apresenta o projeto final da professora.

Figura 71: Projeto final - professora Grace



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Na entrevista da professora Grace, realizada no final do encontro, ela destacou que se sentiu desafiada com os problemas investigativos e que sentiu dificuldade em realizar, porém a metodologia utilizada lhe permitiu chegar “em algum lugar” (GRACE, 2022) no seu tempo. Diante disso apresentou uma reflexão sobre a sala de aula:

**Grace:** E na escola, muitas vezes não temos esse tempo de esperar por eles e a gente acaba pulando etapas, não permite que elas aconteçam. Quem vai trabalhar tem que ter um conhecimento mínimo e também é uma forma do professor se permitir aprender com o outro.

A fala da professora demonstrou uma abstração refletida sobre o processo de aprendizagem e a forma como a escola estrutura o currículo, em que todos precisam aprender ao mesmo tempo e no mesmo ritmo. Além disso, a necessidade de se atualizar e se permitir aprender com os outros faz referência a uma possibilidade que a inserção da tecnologia proporciona, e em especial para essa professora, que atua há mais de vinte anos em sala de aula e fomenta o desejo de aprender e proporcionar novas experiências aos seus alunos. Essa colaboração intelectual entre aluno e professor, em um trabalho com o computador, permite que eles se engajem em uma

investigação onde os dois aprendem e o aluno pode aprender com as ações do professor e não executando o que ele diz (PAPERT, 1985).

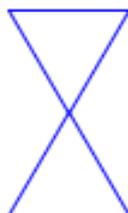
Em relação a articulação com a sala de aula, a professora identificou possibilidades de aplicação desde os anos iniciais, já que a possibilidade de utilizar como referência o próprio corpo pode trazer benefícios para diversas áreas e permite uma construção com sentido. Além disso, trabalhar em um projeto que ela se propôs trouxe um desafio e uma realização pessoal, o que tornou o trabalho mais significativo. As falas da professora Grace destacam seu processo de reflexão sobre a importância da computação não só quanto aos conceitos matemáticos, mas também as concepções de aprendizagem e relacionamento entre alunos e professores.

### 8.8.5 Ampulheta – Professora Mary

A professora Mary tinha como desejo inicial produzir um padrão que lembrava uma ampulheta. Abaixo é possível observar a explicação da professora sobre o padrão e uma ilustração, criada pela pesquisadora, apresentada pela figura 72.

**Mary:** Eu pensei em algo tipo uma ampulheta, com triângulos em pé e deitados.

Figura 72: Ideias iniciais de Mary antes da construção



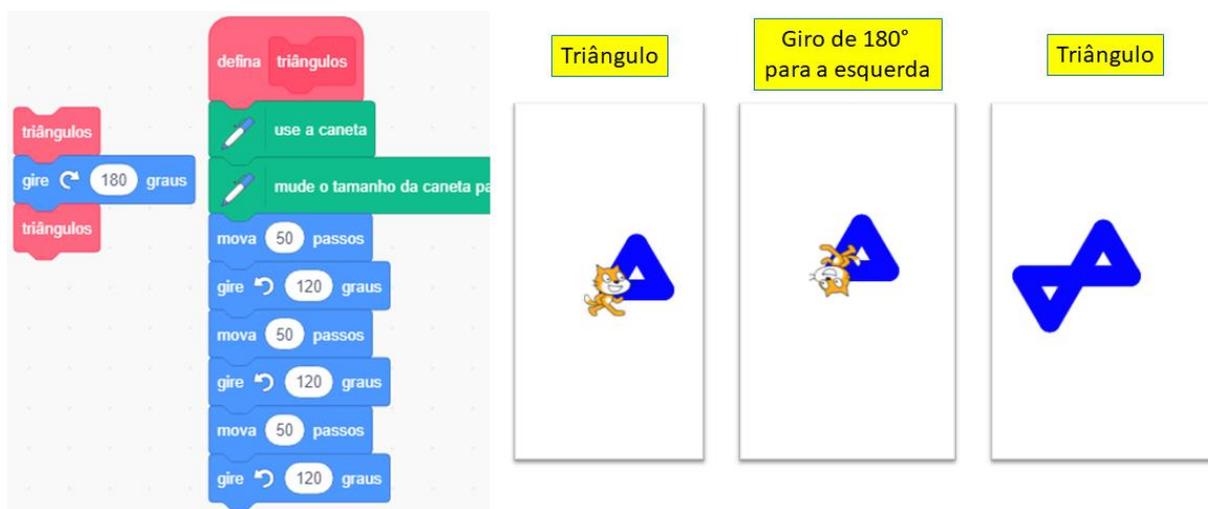
Fonte: Elaboração própria, dados coletados

Diante da sua ideia inicial, a professora Mary utilizou o bloco de triângulo, criado anteriormente. Após desenhar na tela o primeiro triângulo, passou a investigar como desenharia o outro, com orientação oposta ao primeiro e com um vértice em comum. Esse foi o seu desafio durante a construção e que foi acompanhado por diversas abstrações pseudoempíricas. No primeiro momento ela afirmou:

**Mary:** Agora eu queria um triângulo deitado embaixo desse, mas virado de cabeça para baixo eu teria que virar ele 180 graus (pegou o giro de 180 para a esquerda e testou o comando do triângulo).

A fala da professora Mary expressou seu reflexionamento em relação ao movimento e suas propriedades, porém o resultado obtido na tela não era o desejado, visto que a posição em que o ator estava fazia com que o triângulo fosse desenhado ao lado. A figura 73 ilustra o processo de construção desse resultado, apresentando as três etapas dos comandos: desenha o triângulo, gira 180° à esquerda e desenha o triângulo.

Figura 73: Teste inicial do padrão – professora Mary

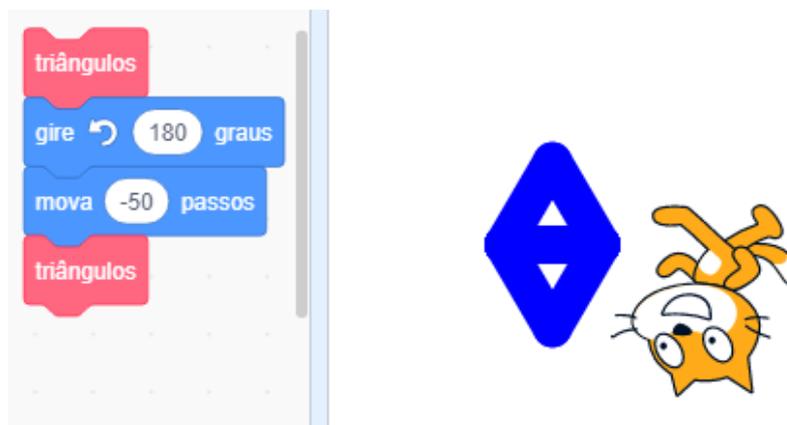


Fonte Elaboração própria, dados coletados

Mesmo sem chegar ao resultado esperado, a construção da professora Mary expressou sua reflexão sobre o movimento que diz respeito ao ângulo e as suas propriedades dentro do *software*, que são fruto de suas reorganizações, provocadas pelas construções anteriores (PIAGET, [1977], 1995). Partindo dessa construção a professora começou a testar hipóteses para compreender o movimento do ator, pois além de girar ele também precisaria se deslocar. Desta forma, abstrair como o bloco desenhava o triângulo lhe permitiu colocá-lo como um objeto-para-pensar-com, criando outras representações com o triângulo, como: desenhar uma linha de triângulos que exigia apenas o bloco “triângulo” e o bloco “mova”; criar uma linha de triângulos com orientação oposta à anterior com os blocos “gire 180°”, “mova -50 passos” e “triângulo”. Essas produções permitiram a professora observar os

movimentos e chegar a um novo patamar de reflexionamento sobre como o ator estava se movimentando para desenhar o triângulo. Diante disso ela produziu a seguinte sequência ilustrada pela figura 74.

Figura 74: Testagem de montagem – professora Mary



Fonte Elaboração própria, dados coletados

O resultado obtido na tela ainda não era o esperado, mas evidenciou abstrações reflexionantes da professora, permitindo comparações desse modelo com o desejado, permitindo que ela identificasse o que necessitava ser alterado em seu programa antes de realizar testagens. A transcrição abaixo traz um desses momentos:

**Mary:** Agora ficou um em cima do outro, mas não como eu queria. Mas eu quero um comando que faça isso sem eu ter que mexer. Quero mexer ele na vertical (pegou o bloco “adicione \_\_a y”).

**Mary:** Ah ele teria que estar 100 acima para poder fazer na posição correta (testou e funcionou).

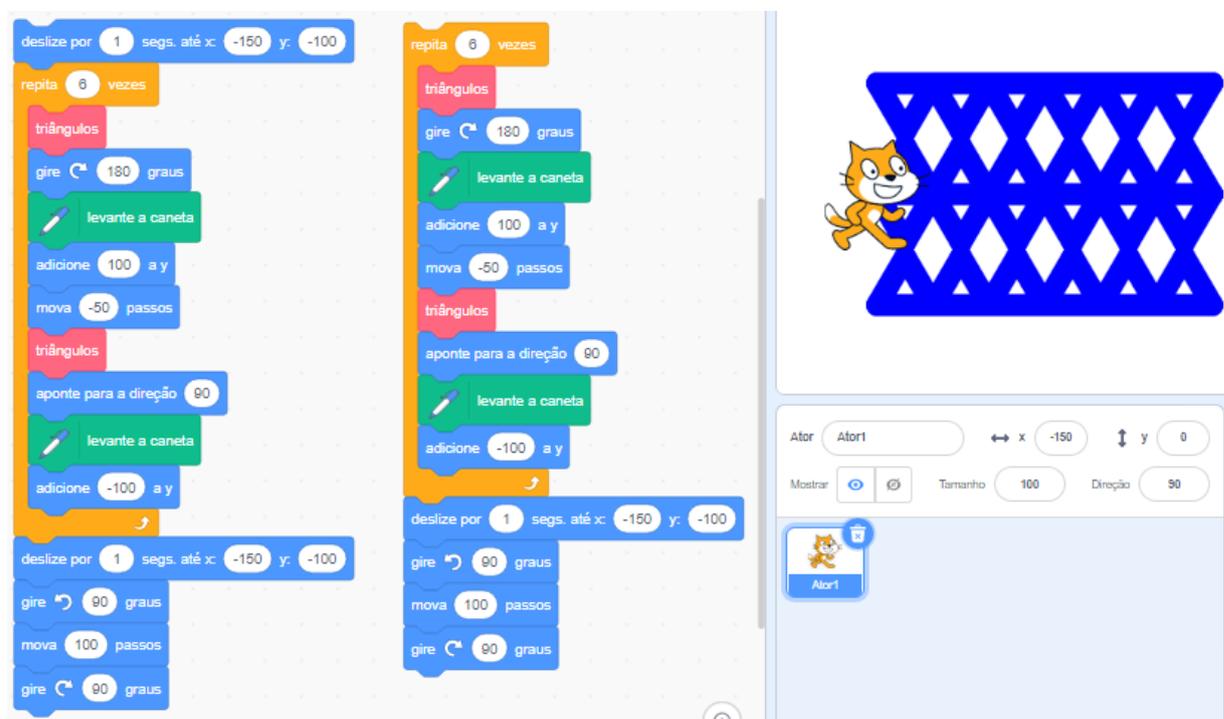
**Mary:** Depois de terminar ele vai ter que descer 100 para fazer os próximos. Eu poderia colocar um repetir aqui (inseriu e funcionou).

A fala da professora evidenciou um pensamento com ferramentas da computação, indicando as etapas do programa e sua estrutura de funcionamento, em que os conceitos matemáticos estão interligados naturalmente. Nota-se que ao deslocar o personagem no eixo y a professora estava pensando no dobro do valor da altura do triângulo que tinha lado igual a cinquenta. Ao inserir o valor cem ela estava duplicando o valor do lado e não da altura, que pelas propriedades da construção seria aproximadamente quarenta e três inteiros e três décimos da unidade de medida do *software*. Apesar desse erro, os triângulos permaneceram com o vértice em comum, devido a espessura da caneta. Esse questionamento não fez parte da entrevista, o

que não pode ser verificado com precisão sobre as impressões da professora em sua construção. Neste caso, uma exploração mais detalhada seria necessária, alterando a espessura da caneta e verificando qual era de fato o valor da altura do triângulo a fim de contribuir para novas abstrações.

Ao conseguir formar a ampolheta a professora utilizou o comando de repetição para obter o padrão, associando mais um conceito da computação para generalizar seu problema. Ao final utilizou a mesma sequência de comandos para reproduzir uma nova linha, conforme ilustra a figura 75. Na figura os comandos foram separados para facilitar a visualização.

Figura 75: Projeto final – professora Mary



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Nota-se que o código final da professora consistiu em utilizar o subprocedimento do triângulo e para criar outra linha ela fez uma cópia do conjunto de comandos utilizados anteriormente. Embora a professora não tenha criado um bloco para esse conjunto ela utilizou-se de um reflexionamento, aproveitando sua construção anterior para a nova linha a ser desenhada, explorando a estrutura do programa e suas propriedades.

Ao final dessa atividade, na entrevista final, a professora afirmou que apesar de querer participar da formação, ticou com receio de fracassar, pois usava pouco a

tecnologia. Em sua fala destacou uma reflexão em relação as possibilidades de uso em sala de aula:

**Mary:** Agora eu não tenho mais aquele medo de não conseguir. Foi bem produtivo e vou poder aplicar com os alunos.

**Pesquisadora:** O que tu podes fazer com eles?

**Mary:** As turmas da manhã acho que conseguiria construir quadrados, triângulos. Vou poder integrar e um dia quem sabe poder sair do caderno, do livro, fora do normal para eles, porque poucos têm acesso ao computador. Vai ser um complemento onde eles podem pôr em prática o que viram.

A fala transcrita da professora expressa sua reflexão a respeito da realidade e possibilidades de uso com seus alunos. Inicialmente evidencia uma prática da tecnologia como um complemento da sala de aula, diferentemente do proposto por Papert ([1993], 2008), quando apresenta a discussão da tecnologia não como um andaime para a aprendizagem formal ou como forma de atrair os sujeitos, mas como um objeto-de-pensar-com, valorizando as construções de um sujeito ativo. Porém, isso implica em concepções de aprendizagem, de escola e da relação do professor com a tecnologia. E no caso dessa participante da pesquisa, ficou evidenciado um progresso na sua relação com a tecnologia, lhe permitindo pensar em possibilidades de uso em sua sala de aula, para além de um complemento.

Ao final a professora Mary fez uma relação das atividades realizadas no Scratch com a sua prática em bordados à máquina.

**Mary:** Como faço para fazer uma figura preenchida?

**Pesquisadora:** Aqui não temos um bloco que pinta tudo como em programas de desenho. Baseado no que tu já fizeste, tens alguma ideia?

**Mary:** Eu perguntei porque eu tô vendo a minha máquina de bordar aqui. Eu faço isso nos meus bordados, lá eu vou sobrepondo as figuras.

**Pesquisadora:** Como é na máquina?

**Mary:** Tem que configurar antes. Eu não sei, tem um rapaz que faz para mim, porque é muito difícil. Eu digo que preciso de 3 círculos com um tanto de diâmetro, mando as medidas e ele faz para mim um com 10, 7 e 4. Só que a máquina me dá a possibilidade de aumentar ou diminuir em torno de 2 cm. Então eu vou fazendo um de 10,9,8,7,6,5,4 e nesse de quatro eu faço o símbolo do time. Ela vai preenchendo a figura com a menores para pintar e aqui vai ser assim também.

A fala da professora ressaltou uma reflexionamento em que comparou a situação do programa com a sua atividade na máquina de bordar e, a partir disso, foi fazendo reflexões sobre o processo, o que possibilitou uma projeção para um novo patamar sobre as ações do *software*. Desta forma, a atividade permitiu que a professora Mary estabelecesse conexões com o seu conhecimento sobre bordados à

máquina, um conhecimento que ela dominava e que tinha um sentido pessoal (PAPERT, [1993], 2008). Essa conexão ampliou seus esquemas de assimilação, permitindo novas abstrações, onde os conceitos matemáticos emergem dessa estrutura computacional.

Ao final das construções dos professores identifica-se que todos apresentavam algum desafio durante a elaboração do seu padrão. Para a maioria, esse desafio correspondia ao conhecimento matemático que deveria ser articulado à situação para que pudesse dar prosseguimento à programação. O uso de elementos computacionais como a estrutura dos blocos e a repetição foram significativos para desencadear reflexionamentos nos sujeitos durante seu processo de construção, evidenciando que eles podem ser usados como objetos-de-pensar-com. O uso da testagem para verificar se o programa executava ou não a ação desejada foi essencial, pois ela também permitia abstrações pseudoempíricas a respeito do movimento do ator, que embasavam novas reflexões sobre possíveis efeitos na tela gerados pelos seus deslocamentos.

Nesse sentido, o uso de conceitos computacionais como generalização, repetição, variável, subprocedimentos, entre outros, estavam presentes na construção não como tema central da investigação dos professores, mas como um objeto-de-pensar-com para as suas elaborações matemáticas. Ou seja, o foco não estava nos processos computacionais, mas nos aspectos cognitivos que eles podem viabilizar (PAPERT, 1985;[1993], 2008; LI et al, 2020), desencadeando processos de abstração reflexionante.

## 8.9 ENCONTRO COLETIVO

O encontro coletivo ocorreu no formato presencial, por cerca de uma hora e trinta minutos, e teve três professoras presentes: Ada, Grace e Mary, os demais professores não puderam se ausentar da escola. O dia foi escolhido para contemplar a presença do maior número de professores.

No início do encontro cada professor se apresentou, compartilhou suas impressões em relação a formação e mostrou seu projeto final. Durante a apresentação inicial todas as professoras destacaram que ao iniciar a formação

estavam inseguras, com medo de errar e de usar a tecnologia, devido a pouca experiência. As transcrições abaixo expressam essa condição:

**Ada:** Fiquei com um pouco de medo, porque trabalhar com a tecnologia é um desafio para mim, por questões muito pessoais.

**Grace:** Eu gosto de desafio, mas eu também não queria que ela (a pesquisadora) pensasse que eu não sei nada.

**Mary:** Quando surgiu a formação a professora do laboratório de informática me incentivou a participar, me dizia que ia me ajudar, mas ela faz muita coisa e me dei conta que era eu e eu. E aí eu fiquei com medo. Me deu uma sensação do que eu tô fazendo? Eu vou me expor? O que ela (pesquisadora) vai pensar?

Um dado interessante nesse relato é que inicialmente as professoras estavam focadas em, durante a formação, mostrar o que sabiam e não no que poderiam aprender. Assim como constatado por Papert ([1993], 2008), essas professoras estavam presas a sua percepção de professor (aquele que sempre sabe) e ao temor de expor sua forma de pensar e aprender. Apesar desses sentimentos iniciais elas conseguiram superá-los e se sentiram à vontade para se entregarem ao momento e terem uma experiência pessoal, tornando a atividade interessante e prazerosa (PAPERT, ([1993], 2008). As falas abaixo ilustram esse momento:

**Ada:** Toda vez que a gente ia se encontrar era muito bom, eu ficava lá antes, preparada, porque eu me desafiava e ficava pensando o que eu poderia fazer. Eu sou muito algebrista, então eu ficava pensando na álgebra envolvida na coisa, eu pensava o tempo todo como eu poderia generalizar. Foi muito bom. Aquele projeto final eu não imaginei que eu seria capaz de fazer aquilo ali. Eu projetei uma coisa e saiu outra e quando eu vi que aquela outra coisa ficou melhor eu consegui ver quanta coisa eu aprendi nesses nossos encontros, quanto eu cresci nessa minha interação. Eu achava que eu era muito analfabeta, mas agora vejo que nem tanto.

**Mary:** Fizemos o primeiro encontro, o segundo e no terceiro eu já conseguia fazer algumas coisas sozinha, fui aprendendo. Fui aproveitando o que já tinha feito antes e fui me arriscando.

Os relatos das professoras expressam sua tomada de consciência a respeito do potencial de cada uma em relação à tecnologia e às estruturas computacional e matemática envolvidas nos projetos. De acordo com elas, a metodologia utilizada durante os encontros contribuiu para esse crescimento e provocaram abstrações refletidas em relação a sua postura enquanto professoras. As transcrições abaixo mostram uma sequência de falas das professoras que vão se complementando nesse sentido.

**Ada:** Uma coisa que tu me mostraste é que às vezes eu não tenho paciência de esperar muito o meu aluno. Essa coisa de tu me esperar, eu me desafiar, isso me fez pensar sobre como eu preciso dar mais tempo para o meu aluno, em vários momentos eu fico acelerando as coisas, pra mim foi bem positivo nesse sentido.

**Mary:** Sim, cada um no seu tempo.

**Ada:** A forma de intervir de uma maneira mais inteligente para provocar mais o raciocínio e às vezes a gente não consegue, na hora acaba dando uma resposta.

**Grace:** Essa questão do tempo que tu ficaste com cada uma de nós para que nós chegássemos ao resultado, não temos isso na sala de aula, porque temos 30 e cada um no seu tempo. Como lidar com toda essa diversidade e com qualidade para o estudante?

As falas das professoras expressam suas reflexões em relação a sala de aula e a necessidade de respeitar o tempo de cada um para apreender a situação, pensar sobre ela e traçar estratégias de solução. Nesse sentido elas ressaltam o que Papert ([1993], 2008) baseado em Polya, evidencia como “dar-se tempo” em que a estrutura escolar retalha o tempo e pouco incentiva a discussão entre os sujeitos e sobre suas experiências. Nesse sentido, elas trouxeram argumentos de que usar a computação, no sentido da formação, incluiu deixar o aluno mais livre para criar e mostrar suas estratégias (ADA, 2022), possibilitando que eles se envolvam aprendendo mais, tendo mais iniciativa (GRACE, 2022) e sendo felizes, ficando satisfeitos com suas descobertas (MARY, 2022).

Ao final observou-se que a formação teve impactos positivos na relação pessoal das professoras com a tecnologia, além de permitir que elas refletissem sobre sua postura em relação a aprendizagem dos alunos e os conceitos matemáticos ativados nessa proposta de usar a estrutura computacional como um objeto-de-pensar-com.

## 9 RESULTADOS

Diante do objetivo geral definido para essa tese retoma-se os objetivos específicos:

- analisar as concepções de abstração para a computação e a abstração reflexionante no contexto do Pensamento Computacional;

Atingir esse objetivo representava um estudo mais específico do que é abstração, afinal esse é considerado o principal pilar do Pensamento Computacional pela maioria dos autores que o definem. Além disso, esse era um dos pontos de inquietação da pesquisadora que ao estudar sobre Pensamento Computacional trazia como referência a conceituação piagetiana.

O capítulo três explorou diferentes definições de abstração, trazendo concepções que ajudaram a compreender que ela pode ter diversos significados e que o nível de abstração depende do sujeito e de suas experiências. Observar esse conceito sob a ótica da computação permitiu compreender que ela é a essência dos modelos computacionais, permitindo extrair dados, representá-los, fazer generalizações para que possam ser manipulados. Assim, abstrair não diz respeito apenas a aspectos visíveis do problema e a criar códigos, mas aos processos cognitivos do sujeito. É nesse ponto que se encontrou a conexão proposta por Papert (1985) quando traz o potencial do pensamento por procedimentos, que está embasado nas investigações de Piaget ([1977], 1995).

A abstração, na teoria piagetiana, é um processo em que o sujeito usa seus esquemas de assimilação para retirar dados externos dos objetos, através de abstrações empíricas, ou dados de características não observáveis que são realizadas por abstrações reflexionantes. Existe a possibilidade de o sujeito modificar o objeto para abstrair propriedades, entrando em ação um caso especial de abstração reflexionante, a abstração pseudoempírica. A partir da abstração o sujeito retira de um patamar inferior um conteúdo e o projeta a um patamar superior, fazendo um reflexionamento. Ao reorganizar e reconstruir no patamar superior o que retirou do inferior ele produz novas construções, ou seja, uma reflexão. Assim, o que estava no patamar inferior que era um objeto a serviço do pensamento torna-se um objeto de pensamento. Ao propor o uso do computador como um objeto-de-pensar-com, Papert

(1985) transforma-o em um instrumento de pensamento ampliando o poder de investigação dos sujeitos, auxiliando em seus processos de abstração.

Assim, ampliar a discussão sobre abstração permitiu a construção de um aporte teórico que embasa o uso da computação com um objeto-de-pensar-com para auxiliar em processos de abstração reflexionante. Além de permitir a construção de uma definição de Pensamento Computacional para essa pesquisa, um pensamento que usa a computação como um objeto-de-pensar-com que dá suporte a processos de abstração reflexionante.

- identificar formações para professores que associam o ensino de matemática e o desenvolvimento do Pensamento Computacional;

As formações para professores de matemática com foco em Pensamento Computacional foram identificadas a partir da revisão de literatura em bases nacionais e internacionais, apresentada no capítulo cinco. Identificou-se que existem poucos estudos publicados que tratam de formações exclusivas para professores de matemática e que a perspectiva dos objetos-de-pensar-com não é explicitamente explorada. Atividades de programação estão presentes na maioria dos estudos, mas com diferentes enfoques: verificar conhecimentos matemáticos dentro de programas criados ou desenvolver a matemática a partir de programas, propondo, em alguns casos, uma construção de conceitos através deles, mas isso não é analisado sob o enfoque da abstração reflexionante.

Dentro desse objetivo optou-se também por analisar como os documentos oficiais trazem a inserção do Pensamento Computacional na formação de professores. Dentre esses documentos analisou-se a BNCC, BNC-Formação, BNC-Formação Continuada, e os projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em matemática das universidades federais do Rio Grande do Sul. A partir desses documentos foi possível constatar que a BNC-Formação e a BNC-Formação Continuada são documentos complementares e que há apenas uma incidência do termo Pensamento Computacional, porém não deixa claro uma definição para ele. Dentre as habilidades destacadas identificou-se algumas que podem ser consideradas o uso da tecnologia como um objeto-de-pensar-com na perspectiva dessa tese. Já a BNCC, que é a fonte desses outros dois documentos, teve um complemento publicado recentemente em que traz de forma mais abrangente o ensino

da computação desde os níveis iniciais da educação. Dentro desse complemento está o Pensamento Computacional que inclui atividades ligadas à programação e a conceitos computacionais, propondo uma articulação ao ensino. Apesar disso, existem conceitos muito específicos da computação e que podem trazer uma separação dessa área em um componente curricular, devido à falta de habilitação dos professores, podendo acomodar essa ciência ao sistema escolar vigente ao invés de torná-la um articulador das diversas áreas.

Os projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em matemática analisados não contemplam o Pensamento Computacional, visto que ainda estão em fase de adequação às normas vigentes estabelecidas pela BNC-Formação e outras resoluções emitidas pelo MEC. Apesar disso, todos eles contemplam de alguma forma, durante a formação inicial do professor, o uso da tecnologia.

A partir desse objetivo observou-se a necessidade de desenvolver formações específicas para professores de matemática e que permitiam ao docente experiências pessoais significativas em que o Pensamento Computacional esteja articulado aos conceitos matemáticos.

- projetar um conjunto de problemas investigativos em que os elementos computacionais sejam utilizados como objetos-de-pensar-com para a construção de conceitos matemáticos;

Diante das concepções investigadas em relação ao Pensamento Computacional, as formações oferecidas para professores e tendo como foco o uso da computação como um objeto-de-pensar-com para proporcionar processos de abstração reflexionante foram selecionados um conjunto de problemas que permitisse aos professores uma atitude investigativa, na perspectiva de Bona (2021, 2022), Bona, Bobsin, Kologeski (2020) e Ponte, Brocardo e Oliveira (2006). Foram selecionados, primeiramente, dois problemas que tivessem caráter investigativo, permitindo o uso de conceitos matemáticos e computacionais anteriores ao uso de alguma linguagem computacional. Os demais problemas investigativos foram construídos para que os professores pudessem explorar o Scratch e usá-lo como um objeto-de-pensar-com para testar hipóteses, criar teorias, sobre os conceitos de movimento, ângulo, polígonos regulares e reconhecimento de padrões. Esses problemas investigativos utilizados para a produção dos dados estão apresentados

no capítulo seis. Durante a elaboração da sequência de problemas que foi utilizada na coleta de dados da pesquisa outros problemas foram criados e não foram utilizados em virtude do tempo da pesquisa. Esses problemas investigativos encontram-se no Apêndice B dessa tese.

- observar e analisar os diferentes processos de abstração, em professores, provocados por problemas investigativos que envolvem práticas de Pensamento Computacional;

A partir da perspectiva de Pensamento Computacional adotada nessa tese a resolução de problemas investigativos pelos professores foi acompanhada através do método clínico de Piaget. Desta forma foi possível fazer um acompanhamento individual de cada sujeito, com uma entrevista clínica, buscando compreender seus processos de pensamento envolvido durante as resoluções. Constatou-se que esse acompanhamento permitiu identificar processos de abstração reflexionante que não poderiam ser verificados apenas pela observação das construções realizadas no *software*, pois muitas falas dos professores evidenciavam esse processo e as suas limitações com a linguagem computacional nem sempre os permitia tornar sua generalização visível no *software*. A análise detalhada de cada um desses problemas foi realizada no capítulo oito.

Nos primeiros encontros, em que os problemas eram investigados antes das construções no computador, via-se os professores centrados no problema, criando uma generalização matemática para eles. A escrita no papel também esteve presente nesses momentos como uma objeto-para-pensar-com, auxiliando na organização, testagens e hipóteses criadas pelos professores. Ao transpor essa escrita para um algoritmo no Padlet, com linguagem usual, reflexionamentos ocorriam ao reconstituírem as ações. Esse movimento de escrita do algoritmo provocou reflexões sobre as propriedades matemáticas envolvidas no problema além de uma escrita clara que refletisse com objetividade a ação a ser realizada. A prática com os alunos e possibilidades de uso desse recurso também foi verificada nessa etapa.

A transposição do algoritmo para o computador gerou novos reflexionamentos, levando os professores a readaptarem seu algoritmo em linguagem natural e sua estrutura para a linguagem aceita pelo *software*. Os primeiros momentos com o *software* exigiam também uma apropriação da linguagem, o que era acompanhado de

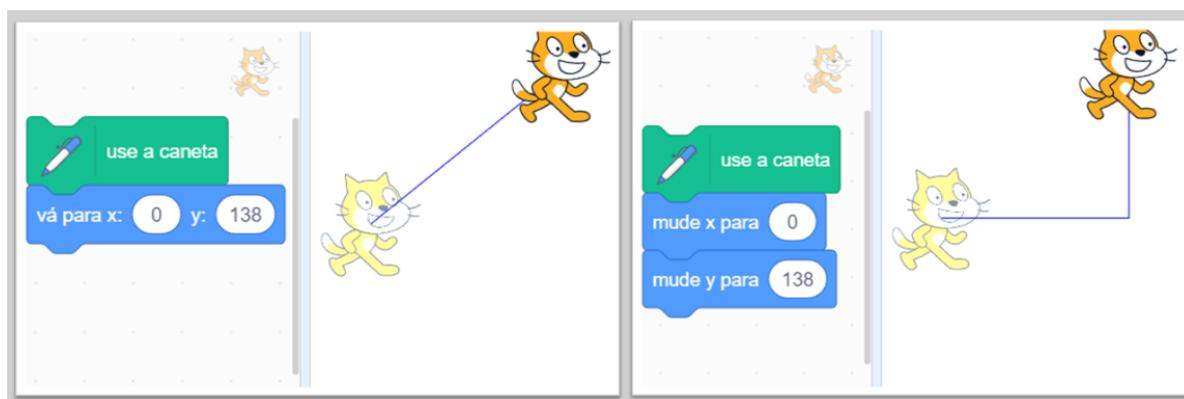
abstrações empíricas. A estrutura da linguagem levava a readaptação de esquemas algébricos construídos anteriormente, pois pensar em procedimentos levava-os a pensar na essência da situação, que deveria ser transposta para o *software*. O fato de reconhecer a ordem de encaixe dos blocos de operadores matemáticos, que ocorreu durante o problema da mágica do calendário, foi um desses momentos, já que montar uma operação no *software* envolvia pensar na ordem de resolução, diferentemente da escrita à mão.

No decorrer da formação os professores iam se apropriando da linguagem demonstrando pensar as situações com o *software*, imaginando como estruturar no *software* os problemas. A testagens de comandos, durante toda a formação, mostrou-se um processo natural, pois a partir de abstrações empíricas dos comandos os professores apropriavam-se da linguagem e das propriedades matemáticas e computacionais. Além disso, abstrações pseudoempíricas também ocorriam, pois testavam o comando e refletiam sobre o seu funcionamento, baseando-se em esquemas matemáticos construídos anteriormente. O ato de testar permitia que entrassem no micromundo criado pelo Scratch, em alguns casos, via-se os professores testando hipóteses, baseando-se em movimentos corporais, criando teorias, de forma livre desassociando-se de fórmulas matemáticas já acomodadas. Para outros professores o uso da matemática formal estava mais presente, não que isso demonstre uma capacidade superior ou inferior, mas evidência as diferentes possibilidades do uso do computador como um objeto-de-pensar-com, permitindo ao sujeito experiências variadas sobre os conceitos matemáticos e computacionais e que foi ampliado pela escolha dos problemas investigativos.

A estrutura do *software* foi sendo assimilada pelos sujeitos durante a formação, não sendo necessário um conhecimento prévio para pensar-com ele. Ao mesmo tempo em que conheciam as potencialidades do *software* os professores articulavam conhecimentos matemáticos já acomodados, além de fazer novas acomodações a partir de desequilíbrios criados dentro do micromundo. Um desses casos foi o ato de deslocar um ator pelo palco que poderia implicar no reconhecimento do plano cartesiano que estava por traz do palco, exigindo o uso de blocos de movimento absoluto, ou basear-se em movimentos do seu próprio corpo, pensando em um deslocamento relativo. Ao pensar nesses deslocamentos via-se os professores pensando sobre os conhecimentos matemáticos de outra forma, diferente daquela provocada pelo lápis e papel ou pelo uso de recursos tecnológicos habituais. Nesse

caso, não se vê um pensamento superior, mas novas abstrações ocorrendo que foram provocadas por essa estrutura computacional, criando desequilíbrios que eram acomodados por novos processos de abstração reflexionante, ampliando a reflexão. Um exemplo desse caso pode ser visto durante a atividade intitulada “Investigando Movimentos – parte I” em que as professoras Annie e Grace tentavam compreender a diferença entre as sequências de blocos, ilustradas na figura 76.

Figura 76: Diferenças entre os comandos de movimento relativo



Fonte Elaboração própria, dados coletados

Visualmente os conjuntos de blocos levam o ator ao mesmo ponto, mas esses deslocamentos ocorrem de forma diferente. Enquanto o primeiro desloca o ator diretamente ao ponto estabelecido pelas coordenadas (x,y), o outro leva o ator a coordena x e depois a y, gerando um trajeto diferente do anterior, mas que resulta na mesma posição final. Nesse caso, a estrutura computacional permitiu que as professoras fizessem uma abstração refletida do movimento diferentemente do poderia ocorrer no papel, onde um erro de execução direcionando o ator diretamente ao ponto final não permitiria observar essa diferença nos deslocamentos.

Assim como no exemplo acima, ao criar os padrões, os professores afirmavam constantemente que precisavam observar como o *software* realizava o desenho do seu padrão ou do polígono regular escolhido, pois era a partir desse movimento que os próximos passos seriam estabelecidos. Um quadrado desenhado por um ator no Scratch, por exemplo, pode ter o mesmo efeito gráfico, mas caminhos diferentes de execução e compreender a execução criada para aquele programa é essencial para dar continuidade a ele. Esse é um fator evidenciado pela linguagem computacional, em que as ações são executadas de acordo com uma certa ordem e pensar nessas

ordens faz com o que o sujeito pense por procedimentos, reflita sobre a situação e os conceitos implícitos nela. Assim, esse processo é acompanhado de constantes reflexionamentos que podem levar a processos de reflexão cada vez mais elevados.

Conforme a formação foi evoluindo os professores mostravam uma apropriação da linguagem, pensando com ela em cada novo problema investigativo proposto. Os problemas que envolviam a construção de comandos para a reprodução de polígonos regulares permitiram que os professores trabalhassem mais livremente no *software*, evidenciando compreensões a respeito da estrutura de um programa articulado com a estrutura matemática. Neste caso, um programa, para os professores, não estava só executando uma ação, ele a executava a partir de um conjunto de condições pré-estabelecidas anteriormente. Esse fato fazia com que os professores criassem um conjunto de blocos de reinício para que o ator tivesse uma posição e orientação inicial, garantindo a execução perfeita do programa. A programação paralela criada para essas ações foi ganhando sentido e pode ser destacada pela criação dos subprocedimentos, permitindo a divisão do programa em partes e facilitando a sua compreensão. Mesmo em casos em que o programa final ficava mais extenso, como foi o caso do programa dos padrões geométricos de alguns professores, foi possível perceber que compreendiam a estrutura que haviam criado. Identificavam o significado de cada etapa do seu programa com a ação que seria executada na tela, além de prever movimentos antes de testagens, indicando processos de abstração reflexionante.

A proposta de criar um bloco para a construção de um polígono regular qualquer permitiu que os professores expressassem seus reflexionamentos em diferentes patamares, apoiando-se em propriedades matemáticas das figuras já construídas anteriormente e da linguagem utilizada. Essas propriedades articuladas permitiram a construção de uma generalização para o problema que envolveu o uso de uma representação adequada para aquele ambiente, explorando a computação como um objeto-de-pensar-com a matemática.

Ao final, a criação do padrão geométrico de cada professor proporcionou diferentes investigações matemáticas e computacionais, que foram acompanhadas por processos de abstração empírica e reflexionante em que pensar-com a estrutura computacional permitia novas reorganizações matemáticas e computacionais. Nesse caso, os conceitos computacionais envolvidos não estavam no foco das observações,

mas eles também foram mobilizados e serviram de objetos-de-pensar-com para novos processos de abstração nos sujeitos.

- observar as percepções dos professores acerca do desenvolvimento do Pensamento Computacional e a aprendizagem matemática.

Esse objetivo foi sendo atendido no decorrer da formação em momentos em que os professores expressavam suas percepções a respeito da tecnologia e suas reflexões a partir dos problemas investigativos propostos. Inicialmente a maioria declarava algum conhecimento em tecnologia e mesmo assim nem sempre a viam como uma possibilidade de uso em sua sala de aula, em virtude da falta de estrutura física e dos conteúdos escolares a serem atendidos. Enquanto isso aqueles que declaravam um menor conhecimento em relação à tecnologia traziam como principal entrave para o seu uso a falta de domínio dos recursos.

O Pensamento Computacional, mesmo estando presente em documentos oficiais, ainda se mostrou distante e desconhecido dos professores, mas a partir da formação e da concepção adotada nessa tese, os sujeitos da pesquisa evidenciaram em suas falas que ele pode estar presente em sua sala de aula como uma forma de pensar matemática. Durante a formação os professores demonstravam processos de abstração reflexionante em relação à possíveis articulações do Pensamento Computacional com os conceitos matemáticos, mas também quanto a sua prática diária com os alunos.

A estrutura elaborada para a formação que viabilizava um processo de acompanhamento sistemático de cada participante, através do Método Clínico de Piaget, permitindo que cada sujeito pensasse-com o computador no seu tempo foi um dos pontos mais destacados pelos professores e que os levou a reflexionamentos sobre a sua prática diária, sobre o quanto é importante “dar-se tempo” (PAPERT, [1993], 2008, p.92). Assim, o Método Clínico como forma de acompanhamento, mostrou-se uma ferramenta importante para a prática diária do professor, como forma de acompanhar os estudantes, permitindo compreender sua forma de pensar e respeitando o seu ritmo de construção do conhecimento. A proposta de Pensamento Computacional dessa tese permitiu isso, evidenciando o quanto uma prática que permite ao aluno criar e mostrar suas estratégias pode mobilizar a construção de conceitos. Além disso, a formação mostrou o quanto as experiências de aprendizagem

precisam ser exploradas pelo professor, lhe permitindo aprender, despidendo-se do papel de professor e proporcionando um ambiente atrativo e com experiências pessoais significativas. Essas experiências mostram a necessidade de formações que proporcionem momentos em que o professor possa identificar que é possível aprender com a tecnologia, que ela não é um recurso apenas para ilustrar um conceito ou tornar a aula mais atrativa.

Nesse sentido, retoma-se o objetivo geral dessa tese:

**Identificar as contribuições do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas investigativos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática.**

Em toda essa tese buscou-se olhar para as contribuições do Pensamento Computacional nos processos de abstração reflexionante. A partir da análise dos objetivos específicos, identificou-se que existe uma relação entre Pensamento Computacional e processos de abstração reflexionante, mesmo que nem sempre esse nível de abstração seja observado pela maioria das pesquisas na área. Entende-se que uma definição clara do que é Pensamento Computacional é a chave para uma proposta que de fato o integre ao ensino como uma forma de promover abstrações reflexionantes. No caso desta tese, o uso de problemas investigativos foi um dos principais desencadeadores para que elementos computacionais servissem como um objeto-de-pensar-com. Nesse sentido, entende-se que os objetivos específicos foram contemplados nas etapas de desenvolvimento da pesquisa levando ao seu objetivo geral.

A formação proposta para professores de matemática, permitiu que cada problema investigativo levasse os professores a usarem a computação como um objeto-de-pensar-com. O foco principal não estava no ensino da linguagem ou de um *software*, mas que esses elementos lhes permitissem ampliar processos de reflexão a respeito de conhecimentos matemáticos, entrando em um micromundo onde criar hipóteses, manipular objetos, criar teorias, verificar propriedades é possível, de forma natural, respeitando o tempo de cada um.

Nas análises dos problemas investigativos propostos durante a formação identificou-se diferentes patamares de reflexionamento que levaram a processos de abstração reflexionante, mesmo em sujeitos que já possuem patamares mais elevados de abstrações matemáticas. Isso leva a concluir que, a utilização de elementos da computação na resolução de problemas investigativos, pode contribuir

para novos caminhos de reflexão sobre conceitos já construídos, além de novos conceitos matemáticos e computacionais.

O processo de utilizar elementos da computação como um objeto-de-pensar-com também contribuiu para que as participantes refletissem sobre a sua prática diária, identificando as potencialidades do uso da computação para a aprendizagem matemática e suas articulações com conceitos. Aqui identifica-se um potencial da formação nessa perspectiva em que o professor não aprende o uso técnico do *software*, mas aprende com ele e explora conceitos de sua área. Nesse sentido, elementos da Ciência da Computação podem contribuir para provocar abstrações tanto sobre a sua prática como professor quanto sobre conceitos matemáticos.

Os dados produzidos durante essa pesquisa demonstram que ao usar os elementos da computação como um objeto-de-pensar-com os professores apresentaram diferentes patamares de reflexionamento, levando a abstrações matemáticas. Esses processos de abstração mostraram os conhecimentos sendo acomodados a partir de novos desequilíbrios provocados por esse uso da computação.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inquietações iniciais da pesquisadora a respeito do Pensamento Computacional e das pesquisas divulgadas sobre o tema lhe proporcionaram o desenvolvimento dessa tese que tinha como questão central de pesquisa:

**Quais as contribuições do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas investigativos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática?**

A pesquisa apontou potencialidades do uso de elementos da Computação como um objeto-de-pensar-com para a promoção de abstrações reflexionantes em professores de matemática. Usar esses elementos dentro dessa perspectiva, com o apoio de problemas investigativos, provocou nos sujeitos desequilíbrios que, a partir de abstrações pseudoempíricas e reflexionantes, proporcionaram novos patamares de reflexionamento. Esses patamares permitiram projeções a patamares mais elevados em que reorganizações foram necessárias, gerando reflexões em relação a conceitos matemáticos, à estrutura computacional e à prática docente.

A partir dos dados produzidos, essa pesquisa tem uma contribuição de caráter inédito para a discussão e implementação de formações de professores de matemática em Pensamento Computacional, que é apresentada pela tese: **o uso do Pensamento Computacional, como processos de pensamento que utilizam elementos computacionais como objetos-de-pensar-com, durante a resolução de problemas investigativos pode promover processos de abstração reflexionante em professores de matemática.**

A pesquisa mostrou que mesmo em professores de matemática que já têm um domínio de conceitos matemáticos o uso do Pensamento Computacional, na perspectiva dos objetos-de-pensar-com, tem contribuições significativas em novos processos de abstração reflexionante em diferentes domínios. Além disso, demonstrou que essa perspectiva de Pensamento Computacional pode ser estendida para práticas com estudantes, adequando os problemas investigativos e elementos computacionais à sua faixa etária.

Outra contribuição desta tese está na relação com a Computação não como um fim, mas como um meio para a construção de níveis mais elevados de reflexão, expandindo as capacidades e engajando o sujeito em um processo ativo. A formação com foco em conceitos matemáticos e não na aprendizagem do *software* permitiu que

os professores vislumbrassem possibilidades de uso em sala de aula, mesmo que não tenham um domínio completo da linguagem. Esse processo de compreensão e reflexão a respeito do *software* também foi sendo construído pela pesquisadora, em experiências anteriores e durante essa pesquisa, demonstrando que o professor pode aprender com o aluno e novos processos de abstração sobre conceitos matemáticos, a estrutura da linguagem e da prática docente podem surgir. Ou seja, não há um caminho final de conhecimento sobre as possibilidades de uso das tecnologias e dos conceitos computacionais, o seu uso vai permitindo novas experiências e desafios em que professor e estudantes aprendem juntos.

A metodologia utilizada é um aspecto a ser considerado, pois o trabalho individualizado permitiu intervenções e o acompanhamento de cada sujeito, observando todas as suas etapas de construção e não apenas o seu produto. Dentro da metodologia destaca-se pensar a computação como uma possibilidade de expandir as ferramentas investigativas do sujeito, que o instigue a articular seus conhecimentos com a computação para solucionar problemas. Além disso, essa metodologia impactou de forma positiva em relação a reflexões sobre a prática docente dos professores envolvidos e que pode provocar práticas que tenham como premissa o respeito a individualidade e o tempo dos sujeitos, provocando intervenções que os ajudem a avançar dentro dos seus patamares de reflexionamento e que possam contribuir para novas condutas em busca de patamares cada vez mais elevados. Assim como futuras pesquisas na área que tenham como objetivo olhar para os sujeitos e não apenas para o resultado produzido por eles.

As experiências que foram vivenciadas pela pesquisadora durante essa formação ampliaram o seu desejo de seguir explorando essa perspectiva de Pensamento Computacional, ancorado no uso da computação como um objeto-de-pensar-com, identificando processos de abstração reflexionante. Além disso, pretende contribuir com a discussão para a implementação desses conceitos no currículo com foco nos sujeitos e em sua aprendizagem em diferentes níveis de ensino.

Por isso, deseja-se que essa tese esteja a serviço de programas de formação de professores, provocando práticas que possibilitem diferentes dimensões de uso da tecnologia e dos elementos da computação, pois a partir de uma vivência como aluno que aprende-com a tecnologia e professor que identifica suas potencialidades é que se agrega valor a inserção da tecnologia e do Pensamento Computacional ao ensino.

## REFERÊNCIAS

- AHO, A. Computation and Computational Thinking. *In: Ubiquity Symposium*, jan. 2011, ACM Ubiquity
- AHARONI, D. Cogito, Ergo Sum! Cognitive Processes of Students Dealing with Data Structures. *In: Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education*. Mai 2000. p. 26-30. Autin, Ts USA
- ARAÚJO, V. B. U. **Faz: uma linguagem funcional didática**. 2013, p.67. Trabalho de Conclusão (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013
- BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? **ACM Inroads**, v. 2, n. 1, p. 48, 2011
- BARBOSA, L. L. S. A inserção do Pensamento Computacional na Base Nacional Comum Curricular: reflexões acerca das implicações para a formação inicial dos professores de matemática. **Anais do XXV Workshop de Informática na Escola**. Brasília: SBC, 2019. p. 889-898
- BARCELOS, T. S. **Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais**. 2014. 276 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)–Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.
- BARCELOS, T.; MUÑOZ, R.; VILLARROEL, R.; SILVEIRA, I. Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. Maceió: SBC, 2015. p.1369-1378
- BARCELOS, T.; BORTOLETTO, R.; ANDRIOLI, M. G. Formação online para o desenvolvimento do Pensamento Computacional em professores de Matemática. **Anais do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. Uberlândia: SBC, 2016. p.1228-1237.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. 2 ed., Porto Alegre: Penso, 2012. 200p.
- BONA, A. S. Atividades Desplugadas e Investigativas de Matemática: a abstração enquanto integrante do processo de aprendizagem e da prática do Pensamento Computacional. *In: HABOWSKI, A. C et al (Org). Sobre as tecnologias no contexto educativo [livro eletrônico]: abordagens comunicativas, autocríticas e 9re0 construtivas*. Santa Maria: Arco Editores, 2021. p.27-45
- BONA, A. S. A Resolução de Problemas Investigativos de Matemática e o Pensamento Computacional na Escola Básica: um processo complexo de abstração

segundo a Teoria de Piaget. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 5, edição especial, p. 149-164, 2022

BONA, A. S.; BOBSIN, R. S.; Kologeski, A. L. Contextualizando a Matemática em Oficinas com o Pensamento Computacional. *In*: FREITAS, P.G.; MELLO, R. G. (Org). **Educação em foco [recurso eletrônico]: Tecnologias Digitais Inovação em práticas de Ensino**. Rio de Janeiro: e-Publicar, 2020. p. 189-206.

BORTOLOSSI, H. Algumas Reflexões sobre o Pensamento Computacional na BNCC. *In*: Semana da Licenciatura em Matemática, 11, 2020, Goiânia. **Webinário** [...]. Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o8qTVZ-dbws>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2017. 226p. Tese de Doutorado.

BRASIL. **Carta Circular nº 1/2021**. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Saúde/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, 2021

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.005/2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2014]. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em 22 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf). Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (Bnc-formação)**. Brasília: MEC, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (Bnc-formação continuada)**. Brasília: MEC, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Computação - complemento à BNCC**. Brasília: MEC, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP Nº 15, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2018**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP Nº 15, DE 17 DE MARÇO DE 2022**. Brasília: Ministério da Educação, 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2017**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2019**. Brasília: Ministério da Educação, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CEB Nº 1, DE 4 DE OUTUBRO DE 2022**. Brasília: Ministério da Educação, 2022

BRENNAN, K; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In: Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canadá, vol. 1, 25p.

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

CANAL, A. P. **Pensamento computacional articulado à resolução de problemas no ensino para formação inicial de professores de matemática: uma abordagem a partir da Teoria de Robbie Case**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Franciscana – UFN Santa Maria: Universidade Franciscana – UFN, 2021.317 f.

CARMONA-MESA, J. A.; CARDONA, M. E.; CASTRILLÓN-YEPES, A. Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 2020.

CETIN, I.; DUBINSKY, E. Reflective abstraction in computational thinking. **The Journal of Mathematical Behavior**, v. 47, p. 70-80, 2017.

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

CORRÊA, E. B. **O desenvolvimento do pensamento computacional e algébrico na formação inicial de professores de matemática: em estudo de caso com o Scratch**, 2020. 235p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação matemática – Área de Concentração: Espaços Formais e Não Formais no Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020

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

DENNING, P. Is Computer Science Science? **Communications of the ACM**, vol. 48, n. 4, p.27-31, abr. 2005.

DENNING, P. The Profession of it Computing's Paradigm. **Communications of the ACM**, vol. 52, n. 12, p.28-30, dez. 2009.

DENNING, P. Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. **Communications of the ACM**, vol. 60, n. 3, p.33-39, mar. 2017.

DISESSA, A. Computational Literacy and “The Big Picture” Concerning Computers in Mathematics Education. **Mathematical Thinking and Learning**, vol.20, n.1, p.3-31, jan. 2018.

DUBINSKY, E. Reflective abstraction in Advanced Mathematical Thinking. In Tall, D.(Ed.), **Advanced Mathematical Thinking**. Mathematics Education Library, Springer, Dordrecht, vol 11, p. 95-123, 2002

FAGUNDES, L. C.; ARAGÓN, R.; BASSO, M. V. A.; MARASCHIN, C. Laboratório de Estudos Cognitivos: percursos de pesquisa, formação e criação. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 22, n. 2, p.242-257, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/94828>. Acesso em: 20 fev. 20212.

FARIAS, M. F. B. N.; FERREIRA, M. A.; COUTINHO, A. E. V.B.; COUTINHO, B.G. Pensamento Computacional e o Ensino de Matemática: um relato sobre as percepções de estudantes de um curso de formação de professores. **RENOTE**, v. 20, n. 1, p. 409–418, 2022. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/126688>. Acesso em: 13 dez. 2022.

FRORER, P.; HAZZAN, O. ; MANES, M. *Revealing the faces of abstraction*. **International Journal of Computers for Mathematical Learning 2**: 217-228, Kluwer Academic Publishers, 1997.

GAUTAM, A.; BORTZ, W.; TATAR, D.. Abstraction through multiple representations in an integrated computational thinking environment. In: **Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. 2020. p. 393-399.

GRAVINA, M. A.; BASSO, M. V.A. Mídias Digitais na Educação Matemática. In: GRAVINA et al (Org). **Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2012. p.11-36.

GROVER, S. PEA, R. Computational Thinking in K–12 A Review of the State of the Field. **Educational Researcher**. vol. 20, p. 1-6, fev. 2013

HEMMENDINGER, D. A please for modesty. **ACM Inroads**, vol.1, n. 2, p. 4–7, 2010

HU, C. Computational Thinking – What It Might Mean and What We Might Do About It. *In: Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*, ITiCSE'11, 2011, New York: ACM, 2011 p. 223-227.

ISTE/CSTA. **Computational Thinking Teacher Resource**. 2 ed., 2011. Disponível em: [www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources\\_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2](http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2). Acesso em: 20 out. 2020.

KRAMER, J. Is abstraction the key to computing?. **Communications of the ACM**, v. 50, n. 4, p. 36-42, 2007.

LI, Y., SCHOENFELD, A. H., DISESSA, A. A., GRAESSER, A. C., BENSON, L. C., ENGLISH, L. D. e DUSCHL, R. A. Computational thinking is more about thinking than computing. **Journal for STEM Education Reserach**, p. 1–18, mai. 2020.

LIMA, E. L. Alguns problemas clássicos sobre grafos. **Revista do Professor de Matemática**, v. 12, p. 36–42, 1988

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

MONTANGERO, J; MAURICE-NAVILIE, D. **Piaget ou a Inteligência em evolução: Sinopse cronológica e Vocabulário**. Tradução de Tânia Beatriz Iwaszko Marques e Fernando Becker. Porto Alegre: Artmed, 1998. 764 p

NASSER, L. O papel da abstração no pensamento matemático avançado. *In: Flores, Rebeca (Ed.). Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. México: Comitê Latinoamericano de Matemática Educativa, 2013. cap. 2, p. 891-897. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/4175/1/NasserOpapelALME2013.pdf>. Acesso em: 30 set. 2022.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.); COMMITTEE FOR THE WORKSHOPS ON COMPUTATIONAL THINKING. **Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2010

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) (ORG.). **Report of a workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking**. Washington, D.C: National Academies Press, 2011.

NIEMELÄ, P.; PARTANEN, T.; HARSU, M.; LEPPÄNEN, L.; IHANTOLA, P. Computational Thinking as na Emergent Learning Trajectory of Mathematics. *In: Proceedings of Koli Calling 2017*, Koli, Finland, November16–19, 2017, p. 70-79.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**.

Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed,[1993] 2008. 224 p.

PAPERT, S. An Exploration in the Space of Mathematics Educations. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**. vol. 1, n. 1, p. 95-123, 1996

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

PIAGET, J. **Abstração reflexionante: Relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais**. Porto Alegre: Artes Médicas, [1977] 1995. 292 p.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2006.

RAABE, André L. A.; BRACKMANN, Christian P.; CAMPOS, Flávio R. **Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental**. São Paulo: CIEB, 2018. E-book em pdf

RAABE, A. ; ZORZO, A. F.; BLIKSTEIN, P. **Computação na Educação Básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. 316 p.

RAO, R. J./et al. Assessing learning behavior and cognitive bias from web logs. In: **2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2018. p. 1-5.

RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM**. [s.l.]. n 11, p. 60-67, nov. 2009. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf> >. Acesso em: 20 maio 2022.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. C. Entendendo o Pensamento Computacional. In: RAABE, A.; ZORZO, A. F.; BLIKSTEIN, P. (Org). **Computação na Educação Básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.16-30.

ROCHA, K. C. **Programação em Scratch na sala de aula de Matemática: investigações sobre a construção do conceito de ângulo**, 2017. 211p. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ROCHA, K. C.; BASSO, M. V. A. Pensamento computacional na formação de professores de matemática. **RENOTE**, v. 19, n. 2, p. 426–436, 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121366>. Acesso em: 11 abr. 2022.

ROCHA, K. C.; BASSO, M. V. A.; NOTARE, M. R. Aproximações teóricas entre Pensamento Computacional e Abstração Reflexionante. **RENOTE**, v. 18, n. 2, p. 581-590, dez. 2020

SIMONOT, M.; HOMPS, M.; BONNOT, P. Teaching Abstraction In Mathematics And Computer Science. 2012.

SNEIDER, Cary et al. Exploring the science framework and NGSS: Computational thinking in the science classroom. **Science Scope**, v. 38, n. 3, p. 10-15, nov. 2014.

SBC. **Diretrizes para o ensino de Computação na Educação Básica**. 2019. Disponível em <https://www.sbc.org.br/233oronto233/diretrizes-para-ensino-de-computacao-naeducacao-basica>. Acesso em 17 out. 2020

SHAFFER, W. D; CLINTON, A. K. Toolforthoughts: Reexamining Thinking in the Digital Age. **Mind, Culture and activity**, v. 13, n. 4, Califórnia, 2006.

SHUTE, V. J.; SUN, C.; ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking. **Educational Research Review**, v. 22, p. 142–158, nov. 2017

STEWART, I. **Incríveis passatempos matemáticos**. Tradução: Diego Alfaro. Rio de Janeiro: Zahar, 2010. 353 p.

SILVA, V.L.C.E. **A formação de professores formadores de Matemática na rede municipal de ensino de Teresina no uso pedagógico das tecnologias com ênfase no Pensamento Computacional**, 2021. 110p. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Gestão e Avaliação da Educação Pública, Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação/CAEd., Juiz de Fora, 2021

TURKLE, S; PAPERT, S. Epistemological Pluralism: Styles and Voices within the Computer Culture. **Signs**. v. 16, n. 1, p.128-157, 1990. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/3174610>. Acesso em 12 out. 2022.

Universidade Federal do Pampa. **Projeto Pedagógico Do Curso De Matemática – Licenciatura**. Bagé: UNIPAMPA, 2017. 190p.

Universidade Federal do Pampa. **Projeto Pedagógico Do Curso De Matemática – Licenciatura**. Itaqui: UNIPAMPA, 2019. 167p.

Universidade Federal de Pelotas. **Projeto Pedagógico Do Curso De Licenciatura em Matemática**. Pelotas: UFPel, 2019. 239p.

Universidade Federal do Rio Grande. **Projeto Pedagógico Curso De Licenciatura em Matemática**. Rio Grande: FURG, 2018. 56p.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Projeto Pedagógico do Curso De Matemática**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. 37p.

Universidade Federal de Santa Maria. **Projeto Pedagógico do Curso De Matemática**. Sant Maria: UFSM, 2019.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do Computador na Educação. **Em Aberto**, Brasília, v. 12, n.57, 1993.

VALENTE, J. A. Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? Novos desafios da educação. **Revista educação e cultura contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. P.; ARANTES, F. L.; ABREU, J. V. V.; AMIEL, T.; BARANAUSKAS; M. C. C. Alan Turing tinha Pensamento Computacional? Reflexões sobre um campo em construção. **Tecnologias Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v. 4, Dez. 2017. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/ojs/> Acesso em 17 out. 2020.

VOOGT, J.; FISSER, P.; GOOD, J.; MISHRA, P.; YADAV, A. Computational thinking in compulsory education. **Towards an agenda for research and practice. Education and Information Technologies**, vol. 20, p. 715-728, 2015.

WEINTROP, David; BEHESHTI, Elham; HORN, Michael; ORTON, Kai; JONA, Kemi; TROUILLE, Laura; WILENSKY, Uri. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. **Journal of science education and technology**, v. 25, n. 1, p. 127-147, 2016.

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

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008

WING, J. M. **Computational Thinking: What and Why?**, 17. Out. 2010. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. Acesso em: 15 out. 2020.

WING, J. M. Computational Thinking Benefits Society. **Social Issues In Computing**, New York, 10 jan. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>. Acesso em: 15 out. 2020.

YADAV, A.C. STEPHENSON, H, HONG (2017). Computational Tinking for Teacher Education. **Communications Of The Acm**, v. 60, n. 4, abr 2017.

YASAR, O. A New Perspective on Computational Thinking. **Communications of the ACM**, v. 61, n. 7, p.33-39, jul 2018.

YASAR, Osman. Epistemological, Psychological, Neurosciences, and Cognitive Essence of Computational Thinking. **Journal of Research in STEM Education**, v. 2, n. 1, p. 19-38, 2016.

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

ZIPITRÍA, S. R. 2018. Piaget and Computational Thinking. **In The 7th Computer Science Education Research Conference (CSERC '18)**, October 10–12, 2018, Saint Petersburg, Russian Federation. ACM, New York, NY, USA, p. 44-50, 2018

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, que concordo em participar da pesquisa intitulada **Pensamento Computacional para professores de matemática: pensar-com abstrações reflexionantes**, desenvolvida pela pesquisadora Kátia Coelho da Rocha.

Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Marcus V. de Azevedo Basso, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone xxxxxxxx ou e-mail xxxxxxxx. Tenho ciência de que a minha participação 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, é: **Identificar as contribuições dos elementos do Pensamento Computacional, a partir da resolução de problemas matemáticos, para promover processos de abstração reflexionante em professores de Matemática.**

Fui também esclarecido(a) de que as informações oferecidas serão usadas apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas por uma letra ou nome fictício. A minha colaboração se fará por meio de participação em uma formação online de professores em que serão realizadas entrevistas, resolução de problemas através de exploração de *software*, explicação oral da minha estratégia de resolução, participação de videoconferências. As videoconferências serão gravadas sendo captadas a resolução das atividades propostas além do meu áudio contendo as conversas/discussões. Sendo assim, autorizo que essas filmagens e gravações de áudio 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, apresenta como riscos: constrangimento do participante ao precisar responder a algumas perguntas relacionadas ao escopo da pesquisa, além de riscos decorrentes do acesso e divulgação das informações fornecidas pelo participante à pesquisadora. A fim de atenuar a possibilidade de ocorrência destas situações, garantimos que o participante pode 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 as abstrações reflexionantes geradas durante a resolução de problemas matemáticos que envolvem elementos do Pensamento Computacional. Além disso, esperamos fomentar a reflexão sobre a temática, dentro e fora do ambiente acadêmico. Ao participante reserva-se o benefício de estar contribuindo, por meio das suas percepções sobre possibilidades de uso do Pensamento Computacional no ensino de Matemática, além de ampliar seu conhecimento sobre o tema.

A colaboração para esta pesquisa se inicia no momento da manifestação de aceite via e-mail, com relação ao que consta neste Termo de Consentimento.

Caso haja alguma dúvida, ou se sinta prejudicado(a), é possível contatar a pesquisadora responsável no Núcleo de Tecnologia Educacional Municipal de xxxxx, no endereço xxxxx, telefone xxx/e-mail xxxxxxxx. 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 e-mail [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br)

Realizado à distância em \_\_\_\_ de maio de 2022.

Assinatura da pesquisadora (Kátia Coelho da Rocha):

Assinatura do Orientador da pesquisa (Marcus Vinícius de Azevedo Basso):

## **APÊNDICE B - SUGESTÕES DE ATIVIDADES QUE EXPLORAM CONCEITOS MATEMÁTICOS E HABILIDADES DA COMPUTAÇÃO**

Durante a elaboração das atividades que iriam compor o experimento final desta tese várias ideias foram surgindo, mas nem todas puderam ser aproveitadas devido ao tempo de duração da pesquisa. Apesar disso considerou-se disponibilizá-las nesse apêndice como um produto desta tese para que possa servir de inspiração para outras práticas e futuras pesquisas.

### **Atividade Ordenando números**

#### **Objetivos:**

- Estabelecer estratégias de ordenação
- Elaborar um algoritmo
- Transpor um algoritmo real para um algoritmo no Scratch

O participante receberá o arquivo do Padlet para fazer a ordenação das listas de números apresentadas abaixo e enquanto faz a ordenação deverá registrar as etapas desenvolvidas.

a) 4, 9, 1, 7, 3

b) 1938, 764, 3, 17, 92, 2841, 647, 7, 163, 1638, 350, 22

#### **Criando uma ordenação no Scratch:**

O participante deverá transcrever as duas listas para o Scratch e criar um algoritmo que lhe permita ordenar os números.

#### **Questionamentos ao participante:**

- Você conseguiu transpor seu algoritmo real para o Scratch?
- Que adaptações você fez no seu algoritmo?

### **Atividade Verificando palíndromos (capicua)**

#### **Objetivos:**

- Identificar etapas para verificar se um número é palíndromo
- Criar um algoritmo no Scratch

Palíndromo é uma palavra ou frase em que seus elementos apresentam a mesma sequência quando lidos de frente para trás ou de trás para frente. As palavras osso, radar são exemplos de palavras palíndromas. É possível encontrar palíndromos de frases, números e datas. No caso de números palíndromos também podemos chamá-los de capicua.

Alguns exemplos de números que seguem essa simetria entre seus elementos são 33, 121, 67676, 999, entre outros.

Quais as etapas necessárias para verificar se um número é palíndromo ou não?

O participante deverá transpor essas etapas para um programa que identifica se qualquer número é ou não palíndromo.

Link para o projeto pronto: <https://scratch.mit.edu/projects/556096391>

#### **Questionamentos ao participante:**

- Quais elementos são indispensáveis em seu algoritmo?
- Quais são dispensáveis?
- Você criou o algoritmo no Scratch que corresponde a sua técnica descrita anteriormente?

#### **Atividade Gerando palíndromos**

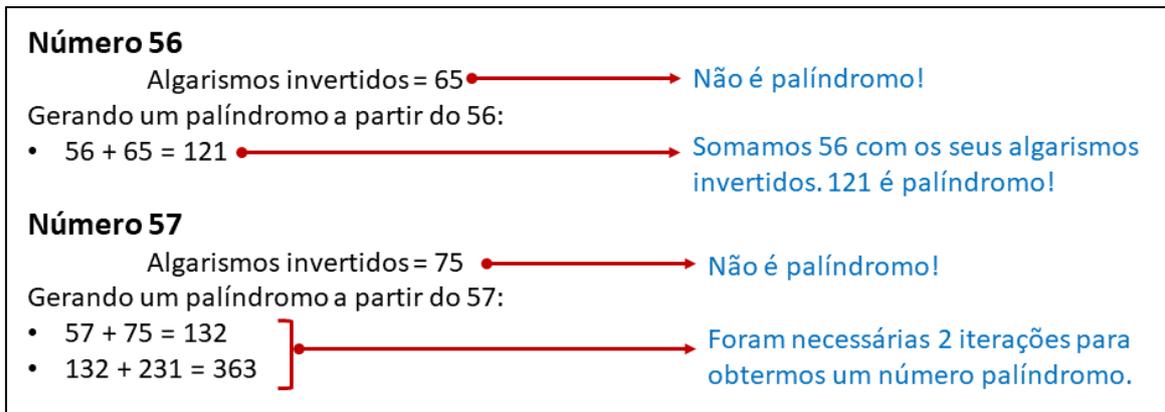
##### **Objetivos:**

- Criar subprocedimentos
- Usar conceitos de iteração e recursão

Observando um número não palíndromo será que podemos executar um processo que ao final gere um número palíndromo? Você conhece algum?

Existem processos de geração de palíndromos a partir de um número dado e operações a serem executadas. Um desses processos se dá a partir da inversão de seus algarismos e após a soma com o número dado inicialmente. Esse processo pode ser repetido  $n$  vezes até encontrar um palíndromo. A figura 77 apresenta alguns exemplos:

Figura 77: Gerando palíndromos



Fonte: Elaboração própria

Vamos investigar como ocorrem esses processos iterativos de soma para gerar palíndromos, para isso adapte o seu código de verificação de palíndromos para que ele também possa gerar um palíndromo.

Link do projeto: <https://scratch.mit.edu/projects/556111664>

#### Questionamentos ao participante:

- Você criou o algoritmo no Scratch que corresponde a sua técnica descrita anteriormente? O que precisou ser alterado?

- Usando o programa criado que conclusões você pode chegar a respeito desse processo de geração de palíndromos?

\*A proposta desse problema inclui investigar esse processo de geração de palíndromos, usando o código criado como uma ferramenta. Após é possível modificá-lo permitindo que ele mostre o número de iterações, também dando suporte a discussões sobre o tema que é fonte de pesquisas ainda abertas, como os Números de Lychre ou algoritmo 196.

## APÊNDICE C - PUBLICAÇÕES E ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TESE

Durante a elaboração da Tese de Doutorando a pesquisadora desenvolveu uma série de atividades relacionadas com o tema: publicações de artigos, participação e organização de eventos, ministrou cursos, entre outros. Abaixo apresenta-se cada uma dessas atividades.

### Artigo completo publicado em periódico:

- Pensamento Computacional da formação de professores de matemática  
ROCHA, K. C.; BASSO, M. V. A. Pensamento computacional na formação de professores de matemática. **RENOTE**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 426–436, 2021.  
DOI: 10.22456/1679-1916.121366. Disponível em:  
<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121366>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- Aproximações teóricas entre Pensamento Computacional e Abstração Reflexionante  
ROCHA, K.C; BASSO, M. V. A.; NOTARE, M. R. Aproximações teóricas entre Pensamento Computacional e Abstração Reflexionante. **RENOTE**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 581–590, 2021. DOI:10.22456/1679-1916.110299. Disponível em:  
<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/110299>. Acesso em: 6 abr. 2022.

### Trabalho publicado em anais de evento:

- Programação em Scratch na Sala de Aula: investigações sobre a construção do conceito de ângulo  
ROCHA, K.; BASSO, M. Programação em Scratch na Sala de Aula: investigações sobre a construção do conceito de ângulo. *In*: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25., 2019, Brasília. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 725-734.  
DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.725>.

### Ministrante de oficinas e cursos para professores na área de Matemática e programação:

- Ressignificando o uso da tecnologia na aprendizagem  
Duração: 3h  
Instituição: Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo

Ano: 2022

- Iniciando a robótica na Educação Infantil  
Duração: 20h  
Instituição: Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo  
Ano: 2022
- Scratch Day  
Duração: 4h  
Instituição: Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo  
Ano: 2022
- Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática  
Duração: 30h  
Instituição: Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo  
Ano: 2020
- Conheça o Scratch e explore novas possibilidades para a aprendizagem de conceitos matemáticos  
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas  
Ano: 2018
- Scratch 1  
Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo  
Ano: 2018
- Scratch 2  
Núcleo de Tecnologia Municipal Educacional – NTM/São Leopoldo  
Ano: 2018

**Ministrante de palestras sobre o tema:**

- Pensamento Computacional: o que dizem as definições e que práticas elas revelam?  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas  
Ano: 2021  
Disponível em <https://youtu.be/qXCHYilrbK4>
- Pensamento Matemático e Pensamento Computacional no desenvolvimento de jogos e desafios lógico-digitais com o GeoGebra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul –  
Campus Canoas

Ano:2020

Disponível em: <https://youtu.be/gohqR4YLoV4>

**Atua como revisora do periódico Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE) desde 2018.**

<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/issue/view/4493>

### **Revisão de capítulo de livro**

Título do Capítulo: Pensamento Computacional

Título do livro: Projeto Livro Aberto de Matemática

OBMEP/IMPA

Ano: 2020

Disponível em: <https://umlivroaberto.org/producao/pensamento-computacional/>

### **Participação na organização de Eventos:**

- Mostra de Tecnologia e Inovação com Ciências – MOTIC São Leo  
NTM e SMED/São Leopoldo

Anos: 2018, 2020, 2021 e 2022

<https://motic.saoleopoldo.rs.gov.br/>

- Projeto 3000 Talentos TI  
Tecnosinos/SENAC/ SMED(São Leopoldo)

Ano: 2021/2

### **Participação em cursos na área correspondente ao tema da Tese:**

- Desenvolvendo Talentos através do Pensamento Computacional  
Duração:60h  
Feevale/NTM São Leopoldo  
2022

- Formação em Robótica – Mobkits  
Duração: 8h

Mobikits/NTM São Leopoldo

2021/2

- Apresentação da linguagem de programação Python  
Duração: 8h

NTM/São Leopoldo e FEEVALE

2021/1

- Pensamento Computacional para professores de Matemática  
Duração: 20h

UNICAMP

Ano: 2020/2

- Desenvolvimento de Aplicativos e Jogos Lógico- digitais com GeoGebra  
Duração: 20h

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul –  
Campus Bento Gonçalves

Ano:2020/1

- Pensamento Computacional: Fundamentos e Integração na Educação Básica  
Duração: 3h

JAE/CBIE

Ano: 2019/2

#### **Participação em eventos/palestras sobre o tema:**

- VII Seminário Internacional de Cultura Digital  
Universidade de Passo Fundo  
Duração 40h  
Ano:2021
- O Projeto Livro Aberto de Matemática e o Pensamento Computacional  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul –  
Campus Canoas  
Ano:2020/1
- Congresso Brasileiro de Informática na Educação  
Ano: 2020 e 2019