



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ÁREA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA E SEUS FUNDAMENTOS FILOSÓFICO-CIENTÍFICOS

**Princípios Matemáticos e Programação Scratch:
Desenvolvimento de Projetos com Crianças**

Ainá Montessanti Selingardi

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

RIO CLARO - SP

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

AINÁ MONTESSANTI SELINGARDI

Princípios Matemáticos e Programação Scratch: Desenvolvimento de Projetos com Crianças

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi

Rio Claro - SP

2025

S465p

Selingardi, Ainá Montessanti

Princípios Matemáticos e Programação Scratch : Desenvolvimento de
Projetos com Crianças / Ainá Montessanti Selingardi. -- Rio Claro,
2025

185 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Marcus Vinicius Maltempi

1. Matemática. 2. Programação Scratch. 3. Crianças. 4. Pensamento
Computacional. 5. Aprendizagem Criativa. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa está diretamente relacionada ao ODS 4 (*Educação de Qualidade*), pois promove uma educação inclusiva, equitativa e inovadora, focada no desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade e autonomia. Ao investigar as manifestações dos princípios matemáticos na aprendizagem de crianças em situação de vulnerabilidade, que desenvolveram projetos de programação no Scratch, a pesquisa demonstra como a experimentação, a resolução de problemas e a colaboração favorecem a aprendizagem significativa e a construção de conhecimento.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research is directly related to SDG 4 (Quality Education) as it promotes inclusive, equitable, and innovative education focused on developing essential 21st-century skills such as critical thinking, creativity, and autonomy. By investigating the manifestation of mathematical principles in the learning process of vulnerable children who developed programming projects in Scratch, the study demonstrates how experimentation, problem-solving, and collaboration foster meaningful learning and knowledge construction.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

AINÁ MONTESSANTI SELINGARDI

Princípios Matemáticos e Programação Scratch: Desenvolvimento de Projetos com Crianças

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutora em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. MARCUS VINICIUS MALTEMPI
IGCE / UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. GREITON TOLEDO DE AZEVEDO
Instituto Federal Goiano / Câmpus Avançado Ipameri (GO)

Profa. Dra. MARIA TERESA ZAMPIERI
IBILCE / UNESP / São Jose do Rio Preto (SP)

Profa. Dra. PALOMA EPPRECHT E MACHADO DE CAMPOS CHAVES
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo / Câmpus
Capivari (SP)

Profa. Dra. ROSANE ROSSATO BINOTTO
Universidade Federal da Fronteira Sul / Câmpus Chapecó (RS)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 12 de dezembro de 2024.

*Dedico esta tese à minha
família, especialmente ao meu
filho Bernardo.*

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me permitir vivenciar essa experiência ao lado de pessoas tão especiais. Sou grata pela saúde, força, sabedoria e serenidade que Ele me proporcionou ao longo desta jornada, guiando cada passo e abençoando todos os momentos, desafios e conquistas.

Agradeço ao meu filho Bernardo, por ser uma fonte constante de felicidade, inspiração e motivação ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Te amo filho!

Agradeço ao meu esposo Julio, por cuidar do nosso filho durante minha ausência, por compartilhar comigo as experiências acadêmicas e profissionais e por ser sempre meu companheiro, me apoiando incondicionalmente em todos os meus sonhos, sempre com imensa paciência, amor e carinho.

Agradeço à minha irmã Tamara pelo apoio e por trazer leveza nos momentos difíceis e aos meus pais, Carmen e Werlison, pela compreensão, apoio e por acreditarem nos meus sonhos em todos os momentos. Agradeço também a todos os membros da minha que ofereceram as condições necessárias para que eu pudesse concretizar este trabalho.

Agradeço às minhas amigas Sol e Cecília, por me apoiarem desde o início deste trabalho, quando ainda refletia sobre o projeto que submeteria para o processo seletivo do doutorado, até a finalização da tese. Sou grata por todo o carinho, amor, paciência e pelas sugestões valiosas, que tornaram esse período mais leve e especial, além da amizade cheia de afeto, respeito, confiança e reciprocidade.

Agradeço às minhas amigas Fernanda e Máira, que me motivam desde o Ensino Médio e que, mais uma vez, compreenderam a minha ausência. Vocês me fizeram sentir que, apesar do tempo afastada, nossa amizade continua intacta, permanecendo firme e verdadeira, independentemente do tempo que passe.

Agradeço àqueles que me acompanharam durante o mestrado, Prof. Dr. Roberto Paterlini e ao Prof. Dr. Pedro Malagutti e ao meu amigo Altair. Cada um deles desempenhou um papel importante em minha vida ao me encorajar a acreditar em meu potencial e a seguir na minha jornada acadêmica.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Dr. Marcus Vinicius Maltempi, pela dedicação, paciência e, principalmente, por tudo o que me ensinou ao longo dos últimos anos. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal, e sou imensamente grata pelo suporte, pelas valiosas contribuições e pela confiança que depositou em mim durante todo o percurso deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca de qualificação e defesa: Professora Dra. Maria Teresa Zampieri, Professora Dra. Paloma Chaves, Professora Dra. Rosane Rossato Binotto e Professor Dr. Greiton Toledo de Azevedo. Expresso minha gratidão pela leitura atenta e pelas valiosas contribuições, as quais enriqueceram este trabalho.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, que, ao longo desses anos, me ensinaram valiosas lições sobre ser Professora. Agradeço meu orientador, à Professora Dra. Heloisa Silva, à Professora Dra. Paula Malheiros e à Dra. Rosana Miskulin, cujos ensinamentos durante as disciplinas do doutorado tornaram o período de isolamento na pandemia mais leve, permitindo que seus conhecimentos chegassem até minha casa. Não posso deixar de agradecer também à Inajara, secretária do programa, sempre tão disposta a me ajudar.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo do doutorado — Alissan, Samanta, Juliana, Andrei, Rosane, Rosicácia, Eliane, Ana e a todas as pessoas do PPGEM que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Sou grata por cada colaboração e apoio recebido ao longo dessa jornada. Agradeço aos membros do Grupo de Pesquisa Diálogos e Indagações sobre Escolas e Educação Matemática (DIEEM), cujas contribuições foram fundamentais para minha formação acadêmica e para a realização deste trabalho.

Agradeço à direção, coordenação, profissionais, professores, especialmente à professora Ana Cláudia e às crianças do Samuca, que acreditaram no meu trabalho e tornaram possível a realização desta pesquisa.

Agradeço aos docentes e técnicos do IFSP Campinas pelo apoio durante todo o doutorado, especialmente em relação às questões do afastamento, que me permitiram ter tranquilidade e tempo para me dedicar plenamente à pesquisa.

Expresso minha profunda gratidão a todas as pessoas que me apoiaram nos cuidados com minha saúde mental e física ao longo deste percurso. O doutorado foi resultado de intensa dedicação e, além dos desafios trazidos pela pandemia, apresentou momentos difíceis e de grande solidão. O apoio da minha família, amigos, professores, colegas e diversos profissionais foi essencial para que eu pudesse enfrentar esses obstáculos com equilíbrio e resiliência e finalizar mais essa etapa de minha vida!

*Somos o que fazemos, mas
somos principalmente o que
fazemos para mudar o que
somos.*

Eduardo Galeano

Resumo

Nesta tese, estudamos sobre a matemática que é arte de aprender as coisas e os princípios matemáticos que entendemos como ideias, características, atitudes, habilidades e/ou estratégias que têm o potencial de iluminar e facilitar o processo de aprendizagem. Investigamos a manifestação dos princípios matemáticos, sistematizados a partir das ideias de Papert (1985, 2008), em um ambiente em que crianças desenvolveram projetos de programação no Scratch no trabalho de campo da pesquisa. Além disso, o estudo explorou como esses princípios se relacionam com o pensamento computacional e a aprendizagem criativa, buscando compreender de que maneira essas convergências enriquecem a experiência das crianças. O trabalho foi fundamentado em uma abordagem de pesquisa qualitativa e a produção de dados foi realizada no primeiro semestre de 2023, por crianças atendidas pelo Serviço de Atendimento à Mulher, Criança e Adolescente (Samuca), situado em Pedreira (SP). As crianças que participaram da pesquisa desenvolveram projetos de programação no Scratch com autonomia, de acordo com seus próprios interesses. Durante o processo, elas experimentaram, identificaram e corrigiram erros, compartilharam ideias e colaboraram, evidenciando aspectos relacionados ao pensamento computacional e à aprendizagem criativa. Os princípios matemáticos serviram como base para a análise dos dados produzidos na pesquisa. Como resultado, destacamos a relevância de criar espaços que incentivem a experimentação constante, a identificação e correção de erros, a comunicação e a colaboração. Esses elementos possibilitam às crianças assumirem o papel de epistemólogas e construtoras de conhecimento, desenvolvendo um senso de autoria e autonomia no processo de aprendizagem. Os resultados revelaram que, ao desenvolverem projetos de programação, as crianças sentem-se motivadas por interesses pessoais e significativos e aprimoram e aprimoram sua criticidade e sua criatividade, demonstrando as contribuições dos princípios matemáticos na Educação Básica.

Palavras-Chave: Matemática; Programação Scratch; Crianças; Pensamento Computacional; Aprendizagem Criativa.

Abstract

In this thesis, we study mathetics, the art of learning things and the mathetic principles: ideas, characteristics, attitudes, skills, and/or strategies that have the potential to illuminate and facilitate the learning process. We investigate the manifestation of mathetic principles, systematized from Papert's ideas (1985, 2008), in an environment where children developed programming projects in Scratch in the fieldwork of the research. Additionally, the study explored how these principles relate to computational thinking and creative learning, seeking to understand how these convergences enrich children's experiences. The work was grounded in a qualitative research approach, and data collection was conducted in the first semester of 2023 with children served by the Women, Children, and Adolescent Assistance Service (Samuca), located in Pedreira (SP), Brazil. The children who participated in the research developed programming projects in Scratch autonomously, according to their own interests. During the process, they experimented, identified and corrected errors, shared ideas, and collaborated, evidencing aspects related to computational thinking and creative learning. Mathetic principles served as the basis for analyzing the data produced in the research. As a result, we highlight the relevance of creating spaces that encourage constant experimentation, the identification and correction of errors, communication, and collaboration. These elements enable children to assume the role of epistemologists and knowledge builders, developing a sense of authorship and autonomy in the learning process. The results revealed that, when developing programming projects, children feel motivated by personal and significant interests and improve their critical thinking and creativity, demonstrating the contributions of mathetic principles to Basic Education.

Keywords: Mathetics; Scratch Programming; Children; Computational Thinking; Creative Learning

Índice de Figuras

Figura 1 – Espiral de Aprendizagem resultante do processo de descrição-execução-reflexão-depuração	37
Figura 2 - Espiral Criativa.....	60
Figura 3 - Programação de movimento direita/esquerda do <i>Sprite</i>	116
Figura 4 - Divisão dos códigos do Scratch em categorias	118
Figura 5 - Mudança de orientação do <i>Sprite</i>	121
Figura 6 - Programação de movimento “realista” direita/esquerda do <i>Sprite</i> com <i>bug</i>	121
Figura 7 - Programação de movimento “realista” direita/esquerda do <i>Sprite</i> após a depuração.....	123
Figura 8 - Programação da direção do Sprite selecionando o parâmetro Esquerda/Direita	129
Figura 9 - Programação da direção do Sprite selecionando o parâmetro Rotação Completa	130
Figura 10 - Programação do Movimento “realista” do <i>Sprite</i>	133
Figura 11 - Localização dos blocos de movimento	141
Figura 12 - Blocos de programação utilizados para programar os efeitos sonoros do jogo.....	147
Figura 13 - Programação dos movimentos do macaquinho com a placa micro:bit ...	153
Figura 14 - Programação dos movimentos do macaquinho com a placa micro:bit ...	155
Figura 15 - Blocos de programação referentes ao pote de geleia e ao frasco de veneno.....	155
Figura 16 - Blocos utilizados inicialmente para mostrar os atores no vídeo.....	167
Figura 17 - Blocos utilizados para programar a exibição dos atores.....	169
Figura 18 - Programação dos cenários utilizados no vídeo	171
Figura 19 - Programação da música utilizada no vídeo	173
Figura 20 - Antonieta e Anísio no dia da apresentação	174

Índice de Quadros

Quadro 1 - Resultados obtidos na busca por matemática em repositórios digitais	27
Quadro 2 -Dicas para promover a aprendizagem criativa voltadas para alunos, professores e pais, segundo Resnick (2020)	62
Quadro 3 - Síntese dos princípios matemáticos	77
Quadro 4 - Aproximações dos quatro pilares (Maltempi, 2024) com os princípios matemáticos	78
Quadro 5 - Aproximações das possibilidades do pensamento computacional (Gadanidis <i>et al.</i> , 2016) com os princípios matemáticos	79
Quadro 6 - Comandos e ações relacionadas na brincadeira “morto-vivo”	102

Sumário

1. Sobre a pesquisadora e a pesquisa	15
1.1. Primeiras leituras	20
1.2. Objetivo e pergunta de pesquisa	25
1.3. Panorama das pesquisas sobre matemática.....	26
1.4. Estrutura da pesquisa.....	31
1.5. Estrutura da tese	32
2. Fundamentação teórica.....	33
2.1. Primeiras ideias acerca da matemática e sua relação com programação	33
2.2. Pensamento computacional	47
2.3. Aprendizagem e características matemáticas do currículo	57
3. Princípios Matemáticos	63
3.1. Sistematização dos Princípios Matemáticos	64
3.1.1. <i>Princípio Pessoal</i>	65
3.1.2. <i>Princípio Social</i>	65
3.1.3. <i>Princípio do Poder</i>	66
3.1.4. <i>Princípio do Micromundo</i>	67
3.1.5. <i>Princípio do Tempo</i>	68
3.1.6. <i>Princípio do Espaço</i>	69
3.1.7. <i>Princípio da Exploração</i>	70
3.1.8. <i>Princípio da Conexão.....</i>	71
3.1.9. <i>Princípio da Diversão</i>	72
3.1.10. <i>Princípio da Comunicação</i>	72
3.1.11. <i>Princípio da Valorização do Erro</i>	74
3.1.12. <i>Princípio da Interação e Mediação.....</i>	74
3.1.13. <i>Princípio da Reflexão</i>	75
3.1.14. <i>Sistematização dos princípios matemáticos.....</i>	76
3.2. Princípios matemáticos e pensamento computacional.....	77

3.2.1. <i>Convergências do Princípio Pessoal</i>	79
3.2.2. <i>Convergências do Princípio Social</i>	80
3.2.3. <i>Convergências do Princípio do Poder</i>	81
3.2.4. <i>Convergências do Princípio do Micromundo</i>	81
3.2.5. <i>Convergências do Princípio do Tempo</i>	82
3.2.6. <i>Convergências do Princípio do Espaço</i>	83
3.2.7. <i>Convergências do Princípio da Exploração</i>	84
3.2.8. <i>Convergências do Princípio da Conexão</i>	84
3.2.9. <i>Convergências do Princípio da Diversão</i>	85
3.2.10. <i>Convergências do Princípio da Comunicação</i>	86
3.2.11. <i>Convergências do Princípio da Valorização do Erro</i>	87
3.2.12. <i>Convergências do Princípio da Interação e Mediação</i>	88
3.2.13. <i>Convergências do Princípio da Reflexão</i>	88
4. Metodologia	90
4.1. Constituição da pesquisa qualitativa	90
4.2. Escolha do local para desenvolvimento dos projetos	92
4.3. Conhecendo os sujeitos da pesquisa	95
4.4. Ambiente de aprendizagem e os encontros com as crianças	100
4.5. Linguagem de programação Scratch	104
4.6. Procedimentos para o registro dos dados	107
4.7. Organização e análise dos dados	108
5. Apresentação e análise de dados	112
5.1. Projeto 1: Programação do Movimento “realista” do Sprite	113
5.1.1. <i>Compreensões das manifestações dos princípios matéticos no projeto Movimento “realista” do Sprite</i>	135
5.2. Projeto 2: Jogo do Macaquinho Comilão	137
5.2.1. <i>Compreensões das manifestações dos princípios matéticos no projeto Jogo do Macaquinho Comilão</i>	157

5.3. Projeto 3: Vídeo do Dia de Quem Cuida de Mim	159
<i>5.3.1. Compreensões das manifestações dos princípios matemáticos no projeto</i> <i>Vídeo do Dia de Quem Cuida de Mim.....</i>	<i>175</i>
5.4. Considerações Finais	177
Referências	181

1. Sobre a pesquisadora e a pesquisa

O Caderno

Sou eu que vou seguir você
Do primeiro rabisco até o bê-a-bá
Em todos os desenhos
Coloridos vou estar
A casa, a montanha, duas nuvens no céu
E um sol a sorrir no papel
Sou eu que vou ser seu colega
Seus problemas ajudar a resolver
Te acompanhar nas provas bimestrais
Você vai ver
Serei de você confidente fiel
Se seu pranto molhar meu papel
Sou eu que vou ser seu amigo
Vou lhe dar abrigo
Se você quiser
Quando surgirem seus primeiros raios de mulher
A vida se abrirá num feroz carrossel
E você vai rasgar meu papel
O que está escrito em mim
Comigo ficará guardado
Se lhe dá prazer
A vida segue sempre em frente
O que se há de fazer
Só peço a você um favor
Se puder
Não me esqueça num canto qualquer
Só peço a você um favor
Se puder
Não me esqueça num canto qualquer (Toquinho, 1983)

A pesquisa de doutorado foi influenciada por minhas¹ experiências de vida. Esta tese é como “*O Caderno*” da canção de Toquinho, expressando a trajetória desde o primeiro rabisco até a materialização do presente texto. Apesar de ter evitado expor aspectos da minha vida pessoal durante a jornada acadêmica ao escrever o trabalho, minha voz surgiu na escrita revelando um lado humanizado que refletiu a realidade de quem sou e a cultura que me cerca. Portanto, antes de iniciar a apresentação do trabalho de doutorado que desenvolvi no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, gostaria de falar um pouco sobre mim.

¹ No texto, é empregada a primeira pessoa no singular nos casos em que se deseja sinalizar as ações realizadas pela autora. Em outros momentos, é utilizada a primeira pessoa no plural com a finalidade de indicar que as ações, embora protagonizadas pela autora deste estudo, foram possíveis por meio da interação com outros atores sociais, sejam eles os autores que sustentam teórica e metodologicamente esta investigação, orientador de pesquisa, colegas de estudo, além de todos aqueles que contribuem, de uma ou de outra maneira, com as reflexões da autora.

Desde menina, sempre acreditei no valor daquilo que meus professores ensinavam e faziam na escola. Durante o Ensino Médio, minha preocupação era escolher uma carreira, mas eu sabia que queria algo na área de Exatas. Em 2001, ingressei no Curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), iniciando minha jornada de formação docente. Desde o começo da graduação, dei aulas particulares e aulas de reforço em escolas. Em 2006, após me formar, consegui meu primeiro emprego como professora da Educação Básica quando fui aprovada em um concurso da Prefeitura de Mogi Mirim, em São Paulo.

Em 2007, fui convidada para coordenar o Ensino Médio em uma escola privada de Mogi Mirim, mesmo com pouca experiência em sala de aula. Encarei a oportunidade como uma chance de entender melhor o funcionamento integral de um ambiente escolar e a gestão nos aspectos administrativos e pedagógicos. Embora a experiência tenha sido enriquecedora, também foi intensa, pois, tive que conciliar os cargos de coordenadora de escola e professora na rede municipal.

Após dois anos nessa rotina, percebi a necessidade de repensar minha carreira. Acredito que fiz um bom trabalho como coordenadora, no entanto, me sentia realizada quando estava em sala de aula, atuando como professora. Esse sentimento me levou a optar por continuar em sala de aula e deixar de lado a coordenação. Afinal, minha experiência já permitia a compreensão de como poderia contribuir com a gestão escolar atuando como docente.

Neste momento conheci meu marido Julio e partilhar a vida com ele foi outro motivo que me levou a escolher a docência. Passei a desejar constituir minha família e para isso precisaria ter horários de trabalho mais bem definidos. O trabalho de coordenação não tinha horários fixos e exigia minha presença na escola nos finais de semana, o que dificultava meu planejamento pessoal. Como professora, organizava meus horários e programava minhas atividades de forma a me dedicar à vida pessoal e à família.

Em 2008, tive meu primeiro contato com o Serviço de Atendimento à Mulher, Criança e Adolescente (Samuca) no município de Pedreira – SP, instituição onde a pesquisa de campo foi desenvolvida. Inicialmente conheci o projeto de Cursinho Pré-Vestibular oferecido pela instituição para jovens da cidade que estavam concluindo ou já haviam concluído o Ensino Médio. Ao longo

dos anos, ministrei aulas no cursinho e a desenvolvi projetos com as crianças atendidas. Nestes projetos, a possibilidade de desenvolver atividades no contraturno escolar, sem o compromisso estrito com os conteúdos escolares, me levou a buscar constantemente estratégias de ensino e aprendizagem que pudessem trazer contribuições significativas tanto para as crianças quanto para minha prática. Tornar esses projetos acessíveis ao público atendido pelo Samuca foi muito importante e significativo para mim, pois lá eram atendidos crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade.

Em 2012, meu desejo de ser mãe começou a florescer, mas devido a alguns contratempos, precisei adiar meus planos. Isso me levou a buscar algo diferente para ocupar minha mente e passar o tempo. Nesse período, surgiu a oportunidade de ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Durante o mestrado, iniciei os estudos sobre o uso de tecnologias digitais na sala de aula. As aulas do programa aconteciam apenas uma vez por semana, e por isso precisava aprender a utilizar ferramentas para ensino e aprendizagem à distância para desenvolver as atividades do mestrado e, aos poucos, inseri essas ferramentas em minha prática docente.

Ainda durante o mestrado, vivi a experiência única de gerar uma vida: meu filho Bernardo. É difícil expressar em palavras o que significa ser mãe do Bernardo, um filho amado e desejado, para quem me dedico incondicionalmente. A maternidade tornou a conclusão do mestrado mais especial, mas também trouxe noites sem dormir e uma dedicação intensa ao bebê e à dissertação. Conciliar a maternidade com minha carreira acadêmica e a finalização do mestrado exigiu um grande esforço e comprometimento.

Tudo deu certo! Eu estava realizada com minha família, minha carreira e eu era mestra. No entanto, a vida sempre nos provoca, e ingressei na carreira docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Em 2016, assumi o cargo no Câmpus Guarulhos, a 150 quilômetros de casa, com o Bernardo ainda bebê e o Julio, sempre apoiador, dizendo sim para todas as minhas vontades e me ajudando diante de todas as dificuldades. Enfrentamos o desafio juntos, e novas perspectivas surgiram.

Lecionar no Ensino Superior e trabalhar com a formação de professores de Matemática, ministrando disciplinas de prática de ensino e sobre o uso das

tecnologias nas aulas de Matemática, foi uma experiência transformadora que exigiu muito estudo. Essa experiência me permitiu aprofundar meus conhecimentos pedagógicos e tecnológicos, explorei novas metodologias de ensino, e entendi melhor as necessidades e desafios enfrentados pelos professores em formação. Além disso, pude observar de perto como a integração de tecnologias poderiam enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem.

Após um ano no IFSP, em 2017, consegui a remoção para o Câmpus Campinas, mais próximo de minha residência. Passei a ministrar aulas de Matemática para o Ensino Médio e Ensino Superior, além de trabalhar no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Formação Docente TICs Aplicadas ao Ensino de Ciências, atuei como coordenadora e professora de disciplinas sobre o uso de tecnologias em sala de aula. Nesse novo ambiente, desenvolvi projetos de ensino, pesquisa e extensão, ampliando minha visão sobre a carreira docente e sobre como poderia impactar a sociedade por meio da Educação.

Em 2020, enfrentamos a pandemia da Covid-19². Muitas pessoas adoeceram e ficaram debilitadas por causa das sequelas da doença, enfrentando também as dificuldades do distanciamento social e as consequências econômicas e sociais decorrentes da pandemia. Além disso, houve muitas mortes e perdas, vivemos uma grande tristeza em meio a esse período. As tecnologias disponíveis e a condição de vida que pudemos usufruir durante o período de isolamento em minha casa nos permitiram manter contato com as pessoas que amamos, além de estudar, trabalhar e estabelecer uma rotina de forma virtual inserida num contexto que chamamos naquele momento de novo normal. No entanto, o trabalho que desenvolvi com meus alunos durante a pandemia me deixou frustrada e motivada a buscar soluções para as adversidades enfrentadas.

Apesar dos alunos demonstrarem contentamento com as estratégias que utilizei para o ensino remoto, como vídeos com aulas gravadas, aulas síncronas para atendimento aos alunos, e atividades no ambiente virtual de aprendizagem, senti que precisava estudar uma forma de promover uma aprendizagem mais autônoma, na qual os alunos atuassem como protagonistas de seu processo de

² Mais detalhes sobre a pandemia de COVID 19 podem ser vistas no artigo “O que será da Educação Matemática depois do Coronavírus?”, disponível em <https://www.scielo.br/j/bolema/a/nwSXDhVJKPSHxQYPxgfnJzg/?lang=pt>.

aprendizagem. Isso me motivou a ingressar no doutorado do PPGEM da Unesp de Rio Claro e buscar junto ao IFSP a licença para capacitação.

Em 2021, iniciei o doutorado e participei das disciplinas de forma remota, conciliando estas atividades com as relacionadas à família, à casa e ao trabalho. No decorrer do primeiro semestre, me matriculei na disciplina de Pensamento Computacional, ministrada por meu orientador, Professor Doutor Marcus Vinicius Maltempi. Durante as aulas, em conjunto, exploramos e discutimos trabalhos de pesquisadores que se dedicam ao estudo do pensamento computacional e suas relações com a Educação Básica. No final do primeiro semestre, me foi concedido o afastamento do trabalho para realizar o doutorado, o que trouxe mais tranquilidade para a minha rotina. As disciplinas que cursei no doutorado serviram para minha formação e proporcionaram acolhimento para os dias difíceis do isolamento.

Acho importante ressaltar uma informação sobre as vacinas que recebemos nesse contexto e isso hoje nos permite sair de casa e retomar atividades presenciais. No início de 2021 o Julio voltou a trabalhar presencialmente e recebeu a primeira dose da vacina Coronavac® (um marco importante em nossas vidas). Sentimos um certo alívio, embora continuássemos a tomar muitos cuidados para evitar a Covid-19, já que apenas ele havia recebido o imunizante. Eu tomei a vacina Pfizer® em meados de 2021 e o Bernardo tomou no início de 2022. A partir deste momento todas as pessoas que nos cercam tinham acesso à vacina e isso nos trouxe segurança para sair do isolamento e esperanças de uma vida melhor.

Antes de me envolver plenamente com a pesquisa de doutorado, enfrentei adversidades na vida pessoal e alguns contratempos ao longo do doutorado, que culminaram com a troca de orientação. Em maio de 2022 passei a ser orientada pelo Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi. Além disso, estávamos retomando as atividades presenciais e lidando com problemas comuns a toda sociedade no período pós-pandemia. Embora nos sentíssemos mais seguros com as vacinas, ainda precisávamos tomar cuidados e lidar com limitações.

Neste período, meu orientador me apresentou a matética. Realizei algumas leituras sobre a matética e dos livros “Logo: Computadores e Educação” e “A Máquina das Crianças” de Seymour Papert, que relatam experiências de crianças e professores com programação de computadores e, de maneira não

sistemática, buscam difundir princípios matéticos. A partir das concepções iniciais sobre a matética e sobre o pensamento computacional, bem como das experiências que tive nas aulas e nos projetos de extensão realizados no Samuca, desenvolvemos um projeto de pesquisa que envolvia o estudo da matética e dos princípios matéticos através de experiências de programação com crianças.

Em 2023, tivemos o primeiro contato com o livro "Jardim de Infância para a Vida Toda: Por uma Aprendizagem Criativa", de Mitchel Resnick, que aborda a aprendizagem criativa. Nessa leitura, identificamos aproximações entre as experiências da presente pesquisa e as ideias apresentadas pelo autor, as quais visam um modelo educacional que incentiva o protagonismo e a autonomia do aprendiz.

Os estudos sobre matética, o contato com as obras de Seymour Papert, Mitchel Resnick e outros autores que discutem o pensamento computacional, inspiraram a investigação voltada para a compreensão de como os princípios matéticos se manifestam quando crianças realizam projetos de programação. Essas concepções orientaram o estudo da matética e dos princípios matéticos no contexto em que crianças desenvolvem projetos de programação.

1.1. Primeiras leituras

Durante as primeiras leituras para o estudo da matética nos deparamos com a seguinte afirmação: "A matética, como tenho definido, é para a aprendizagem o que a heurística é para a solução de problemas: princípios de matética são idéias que iluminam e facilitam o processo de aprendizagem" (Papert, 1985, p. 148). Ao buscarmos a origem e significado de matética, encontramos em "*Spicilegium Didacticum*", Comenius (1680, p. 1, tradução nossa): "Mathetica, ou ars discendi, é a arte de aprender a conhecer as coisas ou de buscar a ciência das coisas".

As afirmações de Seymour Papert e Jan Amos Comenius sobre a matética, embora distantes no tempo, demonstram uma convergência em relação à importância desse conceito para o processo de aprendizagem. Jan Amos Comenius define a matética como a "arte de aprender". Para ele, a matética é a chave para adquirir conhecimento sobre o mundo. Seymour Papert,

por sua vez, estabelece uma analogia entre a matética e a heurística, que reforça a ideia de que a matética não é apenas um conjunto de técnicas, mas sim um modo de pensar que guia a aprendizagem de forma ativa e construtiva.

As ideias sobre a matética de Seymour Papert e a concepção de matética por Jan Amos Comenius foram o ponto de partida da pesquisa. A inspiração para idealizar e desenvolver este estudo surgiu das leituras e análise do livro "Logo: Computadores e Educação", de Seymour Papert. Concordamos com o destaque dado pelo autor a poderosas ideias intuitivas, que interpretamos como princípios matéticos,

Ao reconhecer sua existência devemos ser capazes de criar condições que estimularão o seu desenvolvimento, e certamente podemos fazer muito para remover os obstáculos que as bloqueiam em muitos ambientes tradicionais de aprendizagem (Papert, 1985, p. 174).

A busca pela inspiração empreendida na pesquisa encontra justificativa nas palavras de Papert (1985, p. 16), que destaca o "Logo: Computadores e Educação" como um livro

sobre como os computadores podem ser os portadores de inúmeras idéias e de sementes de mudança cultural, como podem ajudar na formação de novas relações com o conhecimento de maneira a atravessar as tradicionais barreiras que separam a ciência dos seres humanos e esses do conhecimento que cada indivíduo tem de si mesmo.

Posteriormente, Seymour Papert lançou o livro "A Máquina das Crianças" (Papert, 2008), no qual aprofunda o conceito de matética e enfatizou a relação entre professor e aprendiz. Na obra, o autor propõe uma teoria de aprendizagem que se integra tanto no ambiente escolar quanto na vida cotidiana, considerando a influência das tecnologias digitais, em que as situações de aprendizagem devem ser apreciadas por sua utilidade intrínseca e genuína para o aprendiz. A proposta desta teoria é que as crianças, independentemente de cultura, gênero ou personalidade, possam agir como criadoras de conhecimento e não apenas consumidoras.

Com o objetivo de contextualizar a pesquisa, destacamos alguns aspectos das obras de Seymour Papert que são significativos para a investigação. O autor analisa como crianças que programam computadores utilizam os modelos computacionais para aprimorar sua capacidade de pensar sobre o pensar e para aprender sobre o aprender. Apesar de escrever sobre crianças, ele observa que

“a maioria das idéias expressas são relevantes para como as pessoas aprendem em qualquer idade” (Papert, 1985, p. 250).

Ao observarmos a maneira como Papert (1985; 2008) conduz suas experiências com crianças, percebemos uma abordagem que coloca ênfase na exploração e na criatividade do aprendiz, em vez de apenas receber conhecimento de forma passiva. O autor apresenta princípios, ideias e atitudes ligadas à matemática em sua obra, porém sem uma organização sistemática destas informações. Assim, decidimos sistematizar esses princípios matemáticos na pesquisa. Observamos nas vivências de Papert (1985; 2008) que em ambientes influenciados pelos princípios matemáticos as crianças desempenham papéis ativos, como epistemólogos e investigadores, explorando as situações que vivenciam por meio da programação de computadores.

Nas experiências relatadas por Papert (1985), a linguagem de programação Logo desempenha um papel primordial. O Logo é uma linguagem de programação que, através da criação de algoritmos, controla uma tartaruga virtual, permitindo que ela se desloque e crie desenhos e padrões. Valente (1985, p. 9) afirma que Logo é “uma filosofia educacional [...] onde o computador é a ferramenta que propicia à criança condições de entrar em contato com algumas das mais profundas idéias em ciência, matemática e criação de modelos.”

De acordo com Papert (1985), ao programar a tartaruga, as crianças não apenas aprendem programação, mas também são incentivadas a empregar princípios matemáticos e de resolução de problemas de maneira consciente e deliberada. Nas experiências narradas por Seymour Papert, pudemos observar o impacto dos princípios matemáticos e do papel desempenhado pelo professor e pelo aprendiz em um ambiente fundamentado nos princípios matemáticos através da programação.

Durante o estudo das experiências narradas por Papert (1985; 2008), identificamos conexões entre os princípios matemáticos e aspectos do pensamento computacional. Papert (1980) menciona o termo, sugerindo que o pensamento computacional poderia ser integrado à vida diária proporcionando um ambiente de aprendizagem semelhante ao de uma escola de samba, em que se criam raízes culturais, que proporcionam ambientes reais socialmente coesos, em que as pessoas mais e menos experientes aprendem juntas e que aprender não está separado da realidade. Como resultado por meio da literatura, nossa motivação

para esta pesquisa se ampliou, incluindo o estudo das convergências entre os princípios matemáticos e o pensamento computacional.

O termo pensamento computacional ganhou visibilidade quando Wing (2006) o utiliza para destacar as vantagens de pensar como um cientista da computação. No entanto, quando investigamos sobre o tema, percebemos que, apesar de muitos autores reconhecerem sua importância, ainda não há uma definição consensual para o termo. Concordamos com a concepção de Silva (2018) de que o pensamento computacional é uma sistematização do pensar, que busca organizar ideias através de estratégias da ciência da computação. Essas estratégias incluem dividir problemas em partes menores, estabelecer conexões entre ideias, e utilizar formas abstratas para resolver problemas. Aprofundaremos nossas ideias sobre o pensamento computacional no segundo capítulo, em que apresentamos a fundamentação teórica.

Ademais, outra razão que nos impulsionou a abordar o pensamento computacional nesta pesquisa refere-se ao fato de sua incorporação na Educação Básica ter sido discutida globalmente e adquirir destaque nas políticas educacionais. Isso se torna particularmente relevante à luz da crescente discussão sobre a inserção do pensamento computacional na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), “documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (Brasil, 2018, p. 7) e em políticas educacionais em todo o mundo.

Portanto, no contexto brasileiro, o pensamento computacional encontra espaço na BNCC, que estabelece as diretrizes gerais para o currículo escolar. Tal documento faz referência ao pensamento computacional em nove situações ao longo do texto, abordando habilidades e competências relacionadas a ele, embora não forneça orientações específicas sobre como incorporá-lo na Educação Básica. Além do que, reforçando a importância do pensamento computacional, em 2022, foi publicado o documento “Computação: complemento à BNCC” (Brasil, 2022) que sugere algumas orientações para sua implementação na Educação Básica.

Achamos importante destacar que, durante os estudos, observamos que embora autores e documentos enfatizem a relevância e a necessidade de promover o pensamento computacional na Educação Básica, a BNCC (Brasil,

2018) e seu complemento (Brasil, 2022) oferecem apenas premissas, objetivos de aprendizagem, objetos de conhecimento, habilidades, competências e breves exemplos para que professores de diferentes áreas do conhecimento possam usar como referência para integrar o pensamento computacional em suas aulas. As atividades recomendadas nesses documentos incluem sugestões como o uso de jogos, imagens e cores, codificação, além da utilização de dispositivos como computadores, tablets, celulares e kits de robótica. No entanto, os exemplos fornecidos são superficiais, deixando ao professor a responsabilidade de desenvolver atividades específicas que incorporem o pensamento computacional em suas aulas.

Portanto, a pesquisa, que foi inspirada nos relatos de Papert (1985; 2008), englobou o estudo da matemática, dos princípios matemáticos, e do pensamento computacional, observando suas convergências, quando crianças programam no Scratch. Com o objetivo de enriquecer a compreensão sobre as possibilidades pedagógicas da programação, apresentamos, neste estudo, exemplos de projetos desenvolvidos pelas crianças, as quais demonstram a versatilidade da ferramenta e seu potencial para promover a aprendizagem

Sobre as oportunidades de aprendizagem através da programação, assim como Papert (1985, p. 34) acreditamos “que certos usos da poderosa tecnologia computacional e das idéias computacionais podem prover as crianças com novas possibilidades de aprender, pensar e crescer tanto emocional como cognitivamente”.

Quando realizamos a sistematização dos princípios matemáticos e iniciamos a análise dos dados produzidos, nos deparamos com o livro "Jardim de Infância para a Vida Toda: Por uma Aprendizagem Criativa" de Mitchel Resnick. O autor explora como as novas tecnologias e estratégias de aprendizagem podem fomentar a espiral criativa, que será apresentada posteriormente, incentivando o pensamento criativo através de projetos que combinam ludicidade e paixão.

Os relatos e sugestões de aprendizagem criativa de Resnick (2020), aliados aos princípios matemáticos e ao pensamento computacional, indicam um potencial promissor para o desenvolvimento de projetos de programação com crianças, abrindo caminho para novas possibilidades pedagógicas. Concordamos com Maltempi (2004, p. 266) que

É preciso um ambiente acolhedor que propicie a motivação do aprendiz a continuar aprendendo, um ambiente que seja rico em materiais de referência, que incentive a discussão e a descoberta e que respeite as características específicas de cada um.

Essas particularidades serão ressaltadas na análise dos dados produzidos e, conforme a orientação de Papert (2008), o intuito da pesquisa não consiste simplesmente em ilustrar como a programação é utilizada em um contexto específico. Em vez disso, buscamos evidenciar como os princípios matemáticos e o pensamento computacional podem se integrar e enriquecer o processo de aprendizagem das crianças ao programarem no Scratch, apontando aspectos da aprendizagem criativa presentes nesse contexto. Nossa pretensão era proporcionar para as crianças um ambiente de aprendizagem, inspirado nas experiências de Papert, em que "nenhuma atividade com o computador é diferenciada como 'aprender matemática' " (Papert, 1985, p. 69).

1.2. Objetivo e pergunta de pesquisa

A matemática, apresentada por Seymour Papert, surgiu como uma abordagem inovadora que enfatiza a "arte de aprender" através de experiências práticas e interativas. Para tanto, tivemos como objetivo: ***Compreender como os princípios matemáticos se manifestam em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação.***

Para alcançar o objetivo, partimos de estudos que fundamentaram a investigação e nos ajudaram a delinear os elementos essenciais da matemática. Esses estudos nos conduziram à formulação da pergunta diretriz, que orientou a produção e a análise dos dados ao longo da pesquisa. A questão diretriz que norteia a investigação é: ***De que forma os princípios matemáticos se manifestam e são compreendidos quando crianças desenvolvem projetos de programação?***

O principal objetivo deste trabalho, portanto, foi compreender como os princípios matemáticos se manifestaram nas atividades³ desenvolvidas pelas crianças. No entanto, consideramos importante ressaltar também características do pensamento computacional e da aprendizagem criativa, uma vez que esses

³ Nossa concepção de atividade abrange todas as ações observáveis e externadas pelas crianças durante o desenvolvimento dos projetos.

conceitos estão relacionados à matemática sob a perspectiva de Seymour Papert. Ambos, pensamento computacional e aprendizagem criativa, complementam e enriquecem o entendimento sobre como as crianças aprendem por meio da programação, sendo elementos importantes tanto no referencial teórico quanto nas práticas exploradas ao longo da pesquisa. Portanto, a integração desses conceitos permitiu uma análise mais ampla dos processos observados.

1.3. Panorama das pesquisas sobre matemática

Realizamos, aqui, uma revisão de literatura sobre a matemática e suas potenciais relações com a Educação Matemática. Segundo Alves-Mazzotti (2002), através da revisão de literatura, concebemos a contextualização do problema de pesquisa e realizamos a análise das possibilidades presentes na literatura consultada para constituir o referencial teórico. Dessa maneira, buscamos pesquisas em repositórios digitais, utilizando o termo "matemática" como descritor, mas encontramos poucos resultados.

Nossas fontes de busca incluíram o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), a rede social de cientistas e pesquisadores *ResearchGate* e o Google acadêmico. O levantamento realizado abrangeu publicações até o ano de 2023⁴, sem uma restrição específica de data de início. Durante a busca, identificamos que havia poucas referências ao termo "matemática" e uma ausência de conexões significativas entre "matemática", Educação Matemática e pensamento computacional. No Quadro 1, apresentamos em ordem cronológica o resultado das buscas nas plataformas mencionadas:

Fonte	Título	Modalidade	Autor	Ano
BDTD	Desvelando a estética em ambientes construcionistas de ensino e aprendizagem: uma experiência de inclusão de jovens no mundo do trabalho	Tese	Flavia Amaral Rezende	2011

⁴ Pesquisa realizada em 10 de dezembro de 2023.

Fonte	Título	Modalidade	Autor	Ano
Portal de periódicos da Capes e <i>ResearchGate</i>	Da Didáctica à Matética	Artigo	Federico Gómez Rodríguez de Castro	2013
Google acadêmico	Matética e inovação pedagógica: o centro e a periferia	Artigo	Carlos Nogueira Fino	2016
Google acadêmico	Os espaços da matética na formação de professores: um olhar para os ambientes emergentes no âmbito da Unidade Curricular de Prática Pedagógica I	Artigo	Gorete Pereira	2016
Google acadêmico	Da didática à matética: o papel do professor como mediador qualificado	Artigo	Fernanda Gouveia	2016
Google acadêmico	Literacia ambiental: um desafio à didática e à matética	Artigo	Hélder Spínola	2016
Google acadêmico	Um outro olhar à escola: a dialética entre o saber aprender e o saber ensinar	Artigo	Ana Isabel Gouveia	2016
Portal de periódicos da Capes e <i>ResearchGate</i>	Matética, pedagogia e o papel que ainda não têm nos estudos curriculares	Artigo	Carlos Nogueira Fino	2017
BTDT	A didática e a matética no ensino da linguagem de programação: uma experiência com o software educativo Scratch no ensino fundamental	Dissertação	Eduardo Maurício Moreno Pinto	2018
Google acadêmico	Micromundos, artefatos, bricolagem e matética: a ciência de dados e seus possíveis caminhos no ensino de ciências e matemática	Dissertação	Isadora Luiz Lemes	2019
<i>ResearchGate</i> e Google acadêmico	Ambientes Inovadores de Aprendizagem: Garimpando Matética no 1º Ciclo do Ensino Básico	Dissertação	Tânia Patrícia Freitas Serrão	2020
BTDT	O paradigma matético de educação: resgate de um conceito negligenciado	Tese	Paloma Epprecht e Machado de Campos Chaves	2022

Quadro 1 - Resultados obtidos na busca por matética em repositórios digitais

Fonte: Sistematizada pela autora

De acordo com os dados obtidos, a busca por trabalhos relacionados à matética resultou em 7 artigos, 3 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado. Alguns resultados investigam a relação da matética com a aprendizagem e se mostram em consonância com o estudo que realizamos, a exemplo, Fino (2016), Fino (2017) e Chaves (2022). Entretanto, alguns desses estudos não se alinham ao escopo da pesquisa, como é o caso de Rezende

(2011), Castro (2013), Pereira (2016), Gouveia (2016b), Spínola (2016), Gouveia (2016a), Pinto (2018), Lemes (2019) e Serrão (2020). Junto à síntese, esclarecemos por que esses últimos não estão diretamente em conformidade com o foco de investigação. Apesar da identificação de alguns resultados, é importante ressaltar a notável escassez de pesquisas nessa área de investigação. Prosseguiremos com a síntese dos resultados provenientes da busca.

Na tese intitulada *Desvelando a estética em ambientes construcionistas de ensino e aprendizagem: uma experiência de inclusão de jovens no mundo do trabalho* de Rezende (2011), a autora apresenta uma metodologia de conformação de ambientes de aprendizagem construcionistas na abordagem da estética marxista. A pesquisa se dá a partir de um ambiente semipresencial em que jovens alunos da Educação Básica interagem de forma presencial e virtual e “desenvolvem processos de tomada de consciência de Si e da consciência para-Nós” (Rezende, 2011, p. xiii). Portanto, ao explorar questões estéticas em sua pesquisa e por se tratar de um ambiente semipresencial, esse trabalho se distanciou do escopo da nossa investigação e por isso não dialogou diretamente para a pesquisa.

No artigo *Da Didáctica à Matética* de Castro (2013), o autor examina a ideia de que o objetivo da educação é transformar a pessoa de uma condição passiva, de ser ensinada, para uma condição ativa, de aprender de forma autônoma. Além disso, Castro divide a educação em dois níveis: ensino geral e ensino profissional, destacando o ensino geral como o problema mais urgente e significativo a ser abordado por pesquisas educacionais e pela administração pública. Essa abordagem se distanciou do foco principal, já que não abordamos aspectos de políticas públicas relacionadas à escola.

No trabalho *Matética e Inovação Pedagógica: O Centro e a Periferia*, de Fino (2016), o autor argumenta que a matética é fundamental para a inovação pedagógica. Esse trabalho busca promoção da autonomia e do protagonismo do aprendiz, ao mesmo tempo que redefine o papel do professor, trazendo o aprendiz da periferia para o centro dos processos de ação e construção no ambiente escolar, por este motivo está alinhado com nossa pesquisa e compõe nossa revisão de literatura.

Em *Os espaços da matemática na formação de professores: um olhar para os ambientes emergentes no âmbito da Unidade Curricular de Prática Pedagógica I*, Pereira (2016) propõe uma reflexão sobre os espaços da matemática na formação de professores em uma unidade curricular. A autora busca examinar cenários de ações pedagógicas de professores em formação, destacando processos de aprendizagem nas práticas pedagógicas. Embora tenha relação com o tema de nosso trabalho por abordar os espaços da matemática, essa situação de formação de professores se distanciou do propósito principal da nossa pesquisa.

No trabalho *Da Didática à Matemática: O Papel do Professor como Mediador Qualificado*, Gouveia (2016b) destaca a importância do professor na criação de condições propícias para a aprendizagem infantil. Embora relacionado ao nosso trabalho por focar no papel do professor, os objetivos desse estudo se conectam de forma indireta aos objetivos de nossa pesquisa. O estudo se concentra mais no aspecto do ensino, enquanto nossa ênfase estava no processo de aprendizagem, motivo pelo qual não o incluímos no referencial teórico.

O trabalho intitulado *Literacia Ambiental: Um Desafio à Didática e à Matemática*, de Spínola (2016) propõe uma reflexão sobre os desafios enfrentados pela didática e pela matemática no contexto da educação ambiental. Embora tenha relação com a matemática, o enfoque na educação ambiental fez com que essa abordagem se distanciasse do escopo de nossa pesquisa.

O artigo *Um Outro Olhar à Escola: A Dialética entre o Saber Aprender e o Saber Ensinar*, de Gouveia (2016a) aborda a escola como um espaço de democratização da educação. Apesar de estar ligada à matemática, ao focar na importância da interação entre o aprendizado e o ensino, essa abordagem se afastou do nosso propósito de pesquisa porque analisa a escola como promotora da democracia educacional e a relação dialética entre ensinar e aprender.

Observamos no artigo *Matemática, pedagogia e o papel que ainda não têm nos estudos curriculares*, de Fino (2017), a preocupação em relação à excessiva ênfase na didática, com destaque à importância das experiências de Seymour Papert e Paulo Freire para a valorização da matemática. Essa abordagem foi importante para nossa pesquisa e o artigo foi inserido no referencial teórico.

A dissertação de mestrado *A didática e a matemática no ensino da linguagem de programação: uma experiência com o software educativo Scratch no ensino*

fundamental, de Pinto (2018) apresenta as potencialidades do Scratch na avaliação de cenários de aprendizagem. Há uma aproximação com nossa pesquisa, uma vez que o autor incorpora a matemática para desenvolver competências de aprendizado e habilidades de tomada de decisão, visando promover a autonomia dos educandos. Porém não utilizamos a dissertação no referencial teórico, dado que o objetivo do estudo consistiu em reconhecer as potencialidades do Scratch para identificar momentos de aprendizagem instrucionista e construcionista, juntamente com suas transições, observamos uma divergência em relação ao nosso propósito de pesquisa. Enquanto o estudo de Pinto (2018) se concentra em avaliar e identificar momentos específicos de aprendizagem instrucionista e construcionista, nosso objetivo foi explorar de maneira mais ampla como se mostram os princípios matemáticos, quando as crianças desenvolvem projetos de programação e por isso não foi incluída no referencial teórico.

A dissertação de mestrado *Micromundos, artefatos, bricolagem e matemática: a ciência de dados e seus possíveis caminhos no ensino de ciências e matemática*, de Lemes (2019) investiga as potencialidades do uso da ciência de dados no ensino de Ciências e Matemática. Assim como em nossa pesquisa, a autora incorpora conceitos construcionistas de Seymour Papert. No entanto, a abordagem é diferente da nossa investigação, pois se concentrou nas potencialidades da ciência de dados. Por esse motivo, não a incluímos no referencial teórico.

Serrão (2020) procura descrever a cultura de um ambiente que privilegia a matemática e a compreensão das práticas pedagógicas em sua dissertação de mestrado intitulada *Ambientes Inovadores de Aprendizagem: Garimpando Matemática no 1.º Ciclo do Ensino Básico*. A autora conduz uma análise de um ambiente escolar para avaliar a presença da matemática, revelando, na pesquisa, a predominância do paradigma fabril e a pressão do currículo, com evidências limitadas da matemática. Apesar de a autora abordar temas relacionados à matemática, nossos objetivos e metodologia de pesquisa são distintos, o que nos levou a concluir que sua dissertação não dialoga diretamente com os propósitos de nossa investigação.

Na tese de doutorado *O paradigma matemático de educação: resgate de um conceito negligenciado*, de Chaves (2022), a autora apresenta um paradigma

educacional centrado na "arte de aprender", em contraposição ao conceito de didática. Além disso, ao longo de sua tese, salienta a matética como uma inovação pedagógica e enumera alguns princípios matéticos elencados por Seymour Papert. Essa tese apresenta o paradigma educacional matético, em oposição ao enfoque tradicional da didática. Além disso, destaca a importância da matética como uma abordagem pedagógica inovadora e apresenta uma sistematização de dez princípios matéticos, os quais serviram como referência para nossa pesquisa.

A revisão da literatura nos ofereceu uma base sólida para integrar os princípios matéticos no ambiente de pesquisa, juntamente com as primeiras leituras. Achamos importante destacar que os estudos revisados indicaram que a matética contribui para o processo de construção do conhecimento por meio da ação. Além disso, a sistematização dos princípios matéticos emergiu como um resultado concreto desse embasamento teórico, conferindo consistência às práticas desenvolvidas no contexto da pesquisa.

Seguimos, portanto, apresentando o caminho de constituição da pesquisa, produção e análise dos dados, a qual é qualitativa, conforme detalharemos no quarto capítulo referente à metodologia da pesquisa. A seguir, apresentamos o percurso na concepção, desenvolvimento e análise de dados, bem como a estrutura da tese.

1.4. Estrutura da pesquisa

Iniciamos a pesquisa com um levantamento bibliográfico para constituir o referencial teórico que orientou a pesquisa de campo, orientou o mapeamento do tema de pesquisa e justificou a relevância da presente pesquisa. Realizamos estudos sobre matética, pensamento computacional e aprendizagem, aprofundando a compreensão dos princípios matéticos e suas relações com esses temas. Durante a produção de dados, esse referencial teórico guiou nossas abordagens, proporcionando uma base sólida para reflexões e soluções. Além disso, realizamos uma revisão de literatura para identificar estudos recentes sobre matética.

Após a pesquisa de campo e a organização dos dados produzidos, identificamos sinergias entre a matética, o pensamento computacional e a

aprendizagem criativa. Decidimos, então, incorporar à análise dos dados aspectos relevantes desses dois últimos elementos, que enriqueceram os objetivos da pesquisa e permitiram explorar como o pensamento computacional e a aprendizagem criativa se manifestaram nas práticas observadas.

Para melhorar a compreensão, ajustamos a estrutura da tese, alinhando-a com a cronologia da pesquisa. Essas adaptações visaram aprimorar a apresentação do capítulo de análise de dados, organizando as informações de maneira mais clara e coesa.

1.5. Estrutura da tese

Após desenvolver a introdução no primeiro capítulo, que incluiu a apresentação da pesquisadora, a justificativa, o objetivo de pesquisa, a pergunta diretriz, um panorama das pesquisas sobre matemática e a estrutura da pesquisa, o segundo capítulo tratou a fundamentação teórica. Esse capítulo apresentou a matemática, o pensamento computacional, a programação, a aprendizagem e suas relações, fundamentando-se no referencial teórico.

No terceiro capítulo, aprofundamos o estudo da matemática, com ênfase nos princípios matemáticos, sistematizando-os, apontando suas convergências com o pensamento computacional e ressaltando suas relações com a aprendizagem. O quarto capítulo é dedicado à metodologia de pesquisa. Nele, justificamos as motivações para desenvolver uma pesquisa qualitativa, envolvendo a observação e de caráter interpretativo. Também apresentamos o local e os sujeitos da pesquisa, descrevemos o ambiente de aprendizagem e os encontros, detalhamos os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, e explicamos como organizamos e analisamos os dados.

No quinto capítulo, apresentamos os projetos desenvolvidos pelos sujeitos da pesquisa e realizamos uma análise desses projetos. Finalizamos nele a tese, trazendo as considerações finais, em que discutimos as implicações dos estudos, refletimos sobre suas contribuições e limitações, e sugerimos direções para futuras pesquisas nessa área.

2. Fundamentação teórica

Constituímos o referencial teórico para respaldar a argumentação, evidenciar a importância da pesquisa e justificar os métodos adotados, além de utilizá-lo como base para a estruturação dos procedimentos necessários na condução do estudo e análise dos dados produzidos. Borba *et al.* (2019) destacam que o referencial teórico atua como as "lentes" que orientam o pesquisador ao abordar o seu problema de pesquisa.

2.1. Primeiras ideias acerca da matética e sua relação com programação

A habilidade mais determinante do padrão de vida de uma pessoa é a capacidade de aprender novas habilidades, assimilar novos conceitos, avaliar novas situações, lidar com o inesperado. Isso será cada vez mais verdadeiro no futuro: a habilidade para competir tornou-se a habilidade de aprender. (Papert, 2008, p.13)

Papert (2008, p. 89) apresenta a palavra matética “para uma disciplina sobre a arte de aprender” e questiona a prática comum nas faculdades de ensinar aos futuros professores métodos de ensino, ao mesmo tempo em que os métodos de aprendizagem são negligenciados, e conclui que a arte de aprender é uma “órfã acadêmica” (Papert, 2008, p. 87). Ainda, observa que publicações sobre aprendizagem são base para treinar crianças e não para melhorar a aprendizagem. Fino (2017) também explora a dicotomia entre didática e matética, destacando que há uma ênfase maior em ensinar melhor do que em aprender de forma mais eficaz.

Em um ambiente que se fundamenta nos princípios matéticos, Papert (1985) esclarece que o conhecimento deve ser acessível e que é crucial estabelecer uma relação contínua entre o conhecimento pessoal e o que será aprendido. Esse conhecimento deve capacitar e empoderar o aprendiz, permitindo o desenvolvimento de projetos que sejam pessoalmente significativos e que tenham relevância no contexto social em que ele está inserido. Um princípio matético essencial para ele é “faça com que aquilo a ser aprendido tenha sentido” (Papert, 1985, p. 87).

Para Papert (1985, p.166), pessoas mateticamente sofisticadas falam em “*vir a conhecer (getting to know)* uma idéia, *explorar* uma área do conhecimento, e *adquirir sensibilidade* para discriminar sutilezas que há pouco pareciam

impossíveis de se notar.” O autor aponta que, muitas vezes, professores e pais não têm uma compreensão clara da relevância das disciplinas escolares em suas próprias vidas, nem compreendem plenamente a importância dessas disciplinas e a motivação que impulsiona o empenho dedicado ao seu aprendizado. A partir disso, o autor conclui que

É fácil entender por que matemática e gramática não fazem sentido para as crianças quando elas fracassam em entender o mundo ao redor delas é por que ajudar as crianças a entendê-las exige mais do que um professor que explique tudo corretamente ou use o diagrama adequado na lousa. (Papert, 1985, p. 71)

Papert (2008, p. 41) entende que

para encontrar princípios correspondentes para a aprendizagem, temos que olhar para dentro de nós mesmos tanto quanto para os computadores: princípios como “assumir a responsabilidade”, “identidade intelectual” e “apaixonar-se” desempenharam idêntico papel no meu pensamento, como resultado direto de observar a mim mesmo quando pareci estar voando intelectualmente.

Portanto, para que a aprendizagem se efetive é necessário que o aprendiz estabeleça uma relação significativa e real com o conhecimento ou conteúdo em questão. Sem um vínculo efetivo entre o aprendiz e o conteúdo, o que pode se instaurar é um processo mecânico, desprovido de relevância pessoal, o que compromete seriamente o processo de aprendizagem. O conhecimento novo deve ser “absorvido com o mínimo transtorno do que já existe e certamente com o mínimo impacto sobre o senso de identidade do aprendiz e da sociedade” (Papert, 2008, p. 131).

Papert (1985) coloca em evidência um princípio matemático que atende a observação anterior, no qual o aprendiz deve ser capaz de relacionar o novo conhecimento a algo que ele já conhece e utilizar esse novo conhecimento para divertir-se ou fazer algo com ele. Ao explorar o novo, adquirimos uma compreensão mais profunda desse conhecimento, em vez de simplesmente reproduzi-lo de forma mecânica. Essa apropriação genuína do conhecimento pode ser evidenciada na alegria das crianças, relatada por Papert (1985), ao compartilhar e explicar o que compreenderam. No processo de aprendizagem, dentro da perspectiva matemática, a exploração do novo familiarizando-o com aquilo que já se conhece se dá através da “bricolagem”, ou seja, a aprendizagem consiste em reunir um conjunto de ferramentas e materiais necessários no

processo de experimentação, seguindo o conselho matético “Procurem conexões!” (Papert, 2008, p. 105).

Papert (2008) enfatiza que, por meio da bricolagem, nas experiências vividas pelas crianças, estas não se apegaram a métodos e materiais com seus usos convencionais, mas utilizaram o que estava ao seu alcance para atender aos propósitos que faziam sentido e trazia prazer para elas naquele momento. O autor usou o conceito de bricolagem “para servir como uma fonte de idéias e modelos visando melhorar a habilidade de fazer – e consertar e melhorar - construções mentais” (Papert, 2008, p. 139). Segundo Maltempi (2004, p. 265) a ideia de Seymour Papert é “criar um ambiente no qual o aprendiz esteja conscientemente engajado em construir um artefato público e de interesse pessoal (*head-in*)”.

Para a construção deste artefato público, os aprendizes devem explorar as propriedades de um micromundo. Papert (1985) exemplifica o conceito de micromundo com a Matelândia, em que a linguagem natural é a matemática, assim como na França a língua falada é o francês. Segundo o autor, os micromundos são ambientes menos dominados pelo critério de falso e verdadeiro, o que permite maior liberdade e não sufoca a criatividade do aprendiz.

Esses ambientes estimulam a experimentação e a descoberta, proporcionando um espaço em que os alunos podem testar hipóteses, errar, aprender com os erros e refinar suas ideias, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo. Ao idealizar esses micromundos, acreditamos que “o computador, muitas vezes, viabiliza projetos que seriam impossíveis no ambiente real devido a limitações físicas de materiais e do meio” (Maltempi, 2004, p. 267).

Para a exploração desses micromundos, também devemos ponderar que cada indivíduo possui seu próprio ritmo para aprender, adquirir habilidades, identificar erros e corrigi-los. Essas capacidades se desenvolvem simultaneamente, porém, o tempo necessário para desenvolver cada uma delas é particular e varia de pessoa para pessoa. É essencial reconhecer e respeitar essa diversidade de ritmos de aprendizado e crescimento. A escola fragmenta o tempo e, conforme observa Papert (2008, p. 92), ela impede a realização de um princípio óbvio, que é “Dar-se tempo a si mesmo”.

Precisamos de tempo para buscar familiaridade e empregar estratégias conhecidas para permitir que o aprendiz entre em contato com ideias genéricas, poderosas e essenciais para a resolução dos problemas, ideias de planejamento de um projeto e ideias de depuração de erros, como destaca Papert (1985). Ele ainda argumenta, através da metodologia de resolução de problemas de Polya, que uma característica matemática de grande relevância é a capacidade de decompor problemas complexos em problemas menores, a ideia de modularidade.

George Polya foi o primeiro a propor um conjunto de técnicas e estratégias gerais para resolver problemas, especificamente direcionada para resolução de problemas. Sua metodologia, composta por quatro etapas bem definidas: compreensão do problema; construção de uma estratégia de resolução; execução da estratégia e revisão da solução. (Polya, 2006)

A ideia de modularidade desempenha um papel significativo na perspectiva de Papert (1985) que salienta a importância de construir sistemas complexos através da realização de passos menores que possam ser compreendidos de forma concreta e eficaz, assim, quando damos apenas passos que podemos compreender, eles adquirem aspectos concretos e poderosos. O autor também enfatiza a importância da modularidade na programação, destacando que "o processo de correção é especialmente eficiente se os módulos são suficientemente pequenos para que seja improvável encontrar mais de um *bug* em cada um deles" (Papert, 1985, p. 140).

Papert (2008, p. 61) relata ainda que "programas modularizados [...] facilitam a correção das falhas". Desse modo, a modularidade desempenha um papel importante na identificação e correção de erros, conforme enfatizou Papert (1985, p. 128) quando menciona que devemos "subdividir o programa em partes naturais para que seja possível localizar problemas e *bugs* em cada parte, separadamente." Essa divisão em módulos, que é uma estratégia frequentemente utilizada na ciência da computação, facilita a depuração, uma vez que os erros podem ser isolados e abordados de maneira mais clara e pontual.

Papert (1985, p. 140) aponta ainda que "o uso de conceitos de programação como uma linguagem descritiva facilita o processo de *debugging*." Ao adotarmos uma abordagem matemática em situações que envolvem a

programação de computadores, assumimos uma postura positiva em relação aos erros cometidos. Reconhecemos que o processo de depuração (*debugging*) é essencial para compreender o programa em questão. Ao investigar o erro, o aprendiz busca soluções que promovem uma compreensão abrangente do programa como um todo e desenvolve a noção que o programa nunca está completamente certo ou completamente errado.

Partimos do pressuposto de que, na programação, não existe uma maneira certa ou errada de fazer as coisas. Ao programar, estamos elaborando uma sequência de instruções que o computador irá seguir, resultando em uma saída específica exibida na tela. Ao observar o resultado, fazemos uma reflexão acerca do que foi obtido, caso o resultado obtido não seja condizente com o que foi planejado, iniciamos o processo de depuração, como exposto, a seguir, na espiral de aprendizagem resultante do processo de descrição-execução-reflexão-depuração. Para isso, é importante dividir o programa em subprocedimentos, dessa forma será mais simples a identificação dos *bugs* e suas correções. A Figura 1 ilustra a espiral de aprendizagem mencionada.

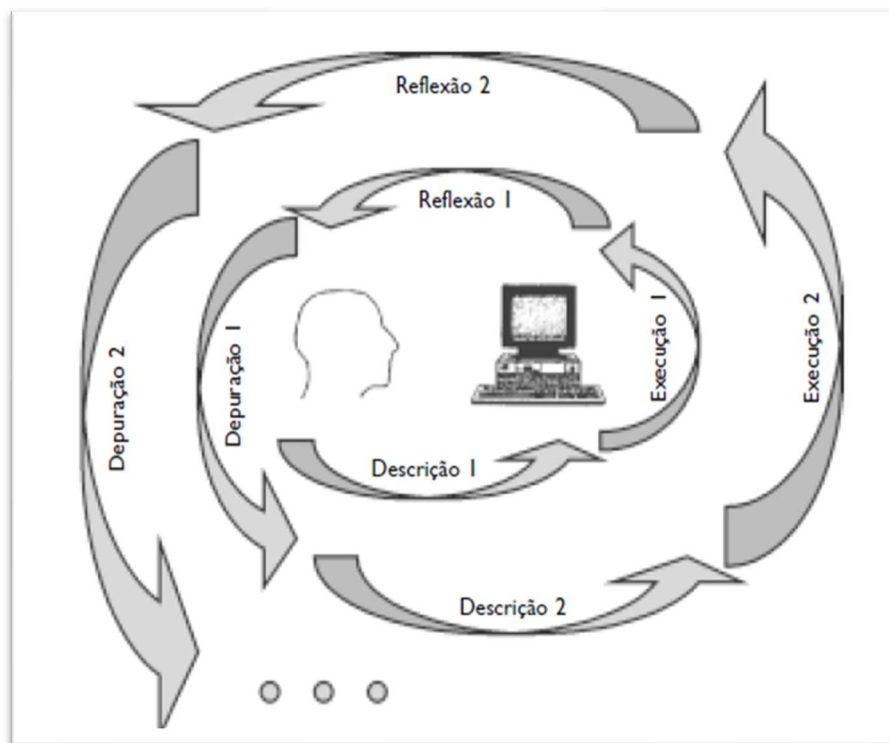


Figura 1 – Espiral de Aprendizagem resultante do processo de descrição-execução-reflexão-depuração

Fonte: Maltempi (2004, p. 271)

A depuração faz parte do processo de aprendizagem e, segundo Maltempo (2004), pode ser descrita como a atividade que “tem sua origem no erro, e este está intimamente relacionado com a construção de conhecimento, pois atua como um motor que desequilibra e leva o aprendiz a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já conhece” (Maltempo, 2004, p. 272).

Ao se deparar com resultados diferentes dos esperados ao programar, a atitude das crianças é de apagar tudo o que fez até o momento. Segundo Papert (1985), isso ocorre porque a escola ensina que errar é mau. No entanto, o autor reforça que “erros são benéficos porque nos levam a estudar o que aconteceu, a entender o que aconteceu de errado, e, através do entendimento, a corrigi-los” (Papert, 1985, p. 142).

Ao empregar a programação em um ambiente de aprendizagem, almejamos romper com a dualidade entre certo e errado, destacando que o processo em si é essencial e que a identificação e correção de erros são partes necessárias e enriquecedoras no processo de aprendizagem. Papert (2008) apresenta a ideia de que um conhecimento inexato, parcial e qualitativo pode ser bom. Ademais, esclarece que há uma notável diferença entre o comportamento de uma criança em uma aula tradicional de matemática e em uma atividade realizada no ambiente Logo, em relação ao erro

Numa aula de matemática típica, a reação da criança a uma resposta errada é tentar esquecê-la o mais rápido possível. Mas no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de *debugging* é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o *bug* ao invés de esquecê-lo (Papert, 1985, p. 85).

Ao atuar dessa forma, observamos que o erro deixa de ser algo negativo, para isso Papert (1985, p. 128) sugere que, quando a criança que programa se depara com um erro, questione-se: “Como eu posso corrigir isso?” Nessa busca pela resposta, o autor ressalta que, no processo de depuração, o aprendiz compreende, em seus próprios termos, o que aconteceu e passa a ser capaz de discernir como fazer para que as coisas ocorram conforme o planejado. A característica principal do micromundo proporcionado pela abordagem matemática é que, no ambiente de programação, os conceitos de falso ou verdadeiro, certo ou errado não são critérios determinantes para a aprendizagem.

Podemos notar a rejeição do erro na produção e aprendizagem do conhecimento de forma geral, como explicita Battisti (2005, p. 20): “no horizonte

da justificação, as primeiras coisas a serem eliminadas são as tentativas que não deram certo, os erros, as hesitações, os percalços enfrentados pelo cientista". Eliminando as informações relativas aos erros da produção do conhecimento e apresentando-o apenas de forma organizada e límpida, como um produto final estamos sujeitos a ter que aceitá-lo obrigatoriamente, sem necessariamente compreendê-lo.

Resnick (2020) aborda a questão argumentando que os artigos científicos trazem a impressão de que cada passo das pesquisas foi planejado, ignorando o processo de exploração lúdico envolvido nos estudos. Papert (2008) explora a tendência que a escola tem em favorecer abordagens de ensino fragmentadas, que lidam com segmentos isolados de "conhecimento" desprovidos de aspectos intuitivos e conexões.

A partir do exposto e de acordo com as ideias matéticas de Papert (1985; 2008), a interação das pessoas com os computadores pode ocorrer de maneira intuitiva. O autor argumenta que ao aprendermos a nos comunicar com um computador, isso pode transformar a maneira como outras aprendizagens acontecem. No entanto, a concretização dessa mudança requer a presença de uma linguagem computacional adequada e um ambiente de aprendizagem cuidadosamente elaborado em torno dessa linguagem, o que implica em garantir ao aprendiz acesso ao computador.

Papert (1985) evidencia que o computador permite a expressão de expectativas intuitivas e as ideias computacionais podem servir de material para remodelar o conhecimento intuitivo. De acordo com Papert (2008), o computador não é um elemento essencial para que os aprendizes exerçam o papel de bricoleiros, diferentemente disso, tem a função de ampliar e oportunizar possibilidades para que os aprendizes se envolvam em atividades de bricolagem.

Ao programar, utilizamos o computador como uma ferramenta de comunicação, um motivo que demonstra a importância de elaborarmos projetos que sejam significativos e que estejam alinhados aos interesses pessoais. Nesse contexto, o conhecimento adquirido assume um propósito pessoal reconhecível e se converte em uma fonte de empoderamento. Além de mudar a relação com o pensar e com a forma de aprender, a programação oferece ao aprendiz outra oportunidade valiosa, que é a de modificar sua relação com o erro, uma vez que,

ao programar, é raro alcançar sucesso logo na primeira tentativa. Comunicar-se por meio da programação é uma maneira de exteriorizar o processo de pensamento que pode exigir uma reflexão sobre a estrutura do pensamento. Um princípio matético central apresentado por Papert (2008, p. 137) é o seguinte: “a construção que ocorre na “cabeça” ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública “no mundo””. Segundo Maltempo (2004, p. 270) ao construir algo público, “o aprendiz pode explicitar suas idéias e gerar um registro de seus pensamentos, os quais podem ser utilizados para se atingir níveis cognitivos mais elevados”.

Para demonstrar essa construção pública, Papert (2008) observa o processo de transição entre a linguagem corporal e a linguagem de computador, descrevendo como as crianças, que são fluentes na linguagem oral, sentem-se encorajadas a construir o que desejam por meio de outras linguagens. Esse processo proporciona uma profunda satisfação pessoal e elas se emocionam ao alcançar sucesso na comunicação por meio de uma linguagem diferente, transpondo uma barreira cultural. Papert (2008, p. 172) afirma ainda que, através do computador, temos a oportunidade de fantasia que “abre a porta para um sentimento de intimidade com o trabalho e proporciona um vislumbre de como o lado emocional do relacionamento das crianças com a ciência e a tecnologia poderia ser diferente daquele tradicional na Escola.”

Nesse caso, o ambiente de programação proporciona um espaço legítimo para o desenvolvimento do pensamento científico, em contraste com situações artificiais, muitas vezes, encontradas em livros didáticos e em salas de aula, em que o aprendiz é direcionado a resolver problemas de realidade virtual, como aponta Skovsmose (2007, p. 83)

[...] uma realidade virtual que apenas acompanha exercícios no livro-texto de matemática estabelece uma tradição na matemática escolar e não estabelece aplicações da matemática à vida real. É ilusão pensar que aplicações da matemática tragam soluções, com fidedignidade garantida, mediante o uso da matemática. A ideologia da certeza torna-se problemática quando opera fora da sala de aula de matemática, ao tratarmos (de forma real) com compras, preços, dinheiro, pagamento, taxas de câmbio, velocidade, aceleração, distância, etc.

Alinhado com a visão de Skovsmose (2007), Maltempo (2004) destaca que nas atividades de resolução de problemas presentes nos livros didáticos

[...] o problema tende a ser fabricado, não é algo real, do dia-a-dia, pois isso envolveria outros conceitos que atrapalhariam o exercício do conceito específico. Além disso, o problema proposto tem uma única

solução e, em geral, uma única maneira de resolvê-lo que independe do meio (Maltempo, 2004, p. 269).

Em aulas de programação de computadores, Maltempo e Valente (2000) observam que os alunos frequentemente se deparam com problemas que parecem carentes de relevância pessoal. Os autores afirmam que “a construção de projetos de programação contextualizados e em sintonia com o que o aluno considera importante fortalece a relação aluno-projeto, aumentando as chances de que os conceitos trabalhados sejam realmente aprendidos.” (Maltempo; Valente, 2000, p. 1). Como observa Maltempo (2004, p. 269) “projetar compreende, portanto, uma atividade completamente diferente daquelas em que se resolvem problemas dissociados da realidade cotidiana, normalmente encontradas no sistema de ensino tradicional”. Desta forma, para que o conhecimento se torne significativo, é importante estabelecer conexões entre os conteúdos abordados em sala de aula e as experiências reais dos alunos, de modo a tornar o aprendizado relevante e envolvente.

Para desenvolver um projeto de programação, além de estabelecer um objetivo, é necessário conhecer o código ou linguagem de programação e para isso é fundamental que o aprendiz desenvolva um algoritmo para resolução do problema. Maltempo e Valente (2000) definem a programação de computadores como “uma atividade de resolução de problemas que requer o domínio de uma linguagem de programação, o conhecimento do conteúdo que está sendo tratado, e criatividade” (Maltempo; Valente, 2000, p. 1).

Papert (2008, p. 38) salienta que quando vivenciam iniciativas reais, “os aprendizes sentem que estão engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre as quais eles se sentem responsáveis”. Assim sendo, quando elaboramos propostas de programação de computadores em um ambiente fundamentado na matemática, devemos contemplar os interesses pessoais do aprendiz. Nas experiências apresentadas por Papert (1985; 2008), observamos que aprender não é algo que se faz independente da vivência do aluno. O produto do trabalho realizado por eles deve pertencer a eles e à vida real. Para isso, há necessidade de se sensibilizar com a cultura dos alunos para atingir objetivos educacionais. Isso é reforçado por Freire (2020, p. 96), quando infere que “ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão mediatizados pelo mundo.”

Papert (1985) afirma ainda que a cultura computacional proporcionada pelo Logo não apenas ajuda a aprender, mas a aprender acerca da aprendizagem, ele ainda apontou que “Estudar nosso próprio processo de aprendizagem [...] pode ser um poderoso método para melhorar a aprendizagem” (Papert, 2008, p. 42). Conforme a perspectiva de Papert (1985, p. 35), o uso do computador para programar proporciona que “ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo.” De acordo com essa perspectiva, a criança se encontra em um ambiente caracterizado por menos informações prontas e explicações e mais ênfase na exploração e criatividade. Papert (1985) constata que, quando a criança programa, ela deixa o papel de mera receptora de explicações e seu processo de aprendizagem passa por uma transformação significativa.

Papert (1985, p. 39) nota que as crianças, ao programarem computadores “podiam usar modelos concretos para pensar sobre o pensar e aprender sobre o aprender, e assim fazendo, aumentar seus poderes como psicólogos e epistemólogos.” Esse comportamento ilustra um objetivo da matemática, que é “elucidar por meio da pesquisa, os tipos de discussão que promovem maior ganho e as circunstâncias que favorecem tais discussões” (Papert, 2008, p. 93).

Ainda, no que se refere ao papel do professor, Papert (1985) menciona que, para estabelecer um ambiente fundamentado na matemática, o professor adota uma postura similar à de um antropólogo, dedicando-se a compreender quais recursos disponíveis são relevantes para o desenvolvimento intelectual do aprendiz. Ele argumenta que o professor deve desenvolver-se “não apenas como especialista, mas também como intérprete de uma cultura de aprendizagem” (Papert, 2008, p. 82). A abordagem proposta por Papert (1985; 2008) difere da tradicional educação bancária, que não apreciamos e é amplamente criticada por Freire (2020), na qual o professor é visto como o detentor absoluto do conhecimento, depositando informações nos estudantes, que, por sua vez, são considerados receptores passivos. Papert (2008, p. 51) aconselha a atitude do professor “que evita moldar a mente como se ela fosse um meio passivo e, em vez disso, co-opera com os padrões de desenvolvimento do aprendiz.”

Em um ambiente fundamentado nos princípios matéticos, no decorrer do processo de criação dos programas e projetos, é natural que os aprendizes levantem dúvidas e o professor não fornecerá respostas imediatas. Em vez disso, o professor deverá explorar outros questionamentos que auxiliem na compreensão do que o aprendiz não entendeu ou do erro que possa ter ocorrido durante a resolução do problema. Como Papert (1985, p. 82) ressalta, a ajuda do professor

não consistiria, primordialmente, em ensinar a criança a programar o círculo da Tartaruga, mas ensinar a ela um método, um procedimento heurístico. Esse método (que inclui a dica de "brincar de Tartaruga") tenta estabelecer firme conexão entre a atividade pessoal e a criação de conhecimento formal.

Embora possa oferecer sugestões e estratégias por meio de questionamentos, há momentos em que o professor não possui a solução e “deve permitir-se o prazer de ser co-aprendiz com seus alunos” (Papert, 2008, p. 73), deve empreender uma investigação junto com os aprendizes para encontrar a solução. A relação estabelecida entre o professor e os aprendizes num ambiente fundamentado nos princípios matéticos proporciona que eles aprendam “que o professor também é um aprendiz, e que todos aprendem a partir de erros” (Papert, 1985, p. 142).

A aprendizagem em contextos como o mencionado anteriormente também é enriquecida por meio de discussões e diálogos que permitem o compartilhamento de ideias e estratégias para solucionar problemas. Papert (2008, p. 93) afirma que “um princípio central da matética é que a boa discussão promove a aprendizagem”. Concordamos com a concepção de Freire (2020, p. 109) sobre o diálogo ser

uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes.

Sendo assim, o diálogo é fundamental para a aprendizagem e para a transformação social, não se limitando à simples troca de palavras. Freire (2020) defende que através do diálogo as pessoas se tornam protagonistas no processo de aprendizagem. Destaca ainda que o diálogo começa na busca dos conteúdos que serão abordados. Estamos de acordo com Maltempi (2004, p. 265) sobre

a ideia de que “aprende-se melhor ainda quando se gosta do que se faz, se pensa e se conversa sobre isso”.

Quando adotamos a perspectiva matética, ao entrar num domínio novo do conhecimento, encontramos muitas ideias novas e poderosas. Para nos tornarmos aprendizes eficazes, é essencial desenvolver a habilidade de escolher aquelas que são relevantes para cada situação. Papert (1985, p. 167) salienta a importância do diálogo quando expõe que os aprendizes menos habilidosos “necessitam da ajuda de professores e amigos”, mas ressalta que “vir a conhecer uma idéia [...] não pode ser executada por um terceiro”. Portanto, o professor deve ter cautela para não tomar decisões no lugar do aprendiz e incentivar a comunicação de ideias. Nesse direcionamento, entendemos que a relação entre professores e aprendizes, na cultura da filosofia Logo “enriquece e facilita a interação entre todos os participantes e oferece oportunidades para relações de ensino mais articuladas, efetivas e honestas” (Papert, 1985, p. 215).

Papert (2008, p. 71) exalta a atitude de uma professora que permite que as crianças trabalhem em projetos pessoais de forma autônoma. Para o autor as crianças

foram capazes de encontrar o próprio caminho para estruturar seu conhecimento, recebendo apenas orientação ocasional. Aprender-em-uso libera os alunos para aprender de uma forma pessoal e isso por sua vez libera os professores para oferecer aos seus estudantes algo mais pessoal e mais gratificante para ambos os lados.

Nesse contexto, quando refletimos acerca da avaliação, concordamos com Papert (1985), pois não dependemos dos critérios de avaliação de um professor para determinar se adquirimos conhecimento ou não. Similarmente, quando aprendemos a nos comunicar por meio de uma língua, o processo de comunicação acontece de forma natural e espontânea, dispensando a constante verificação do entendimento por parte de terceiros. Papert (2008) argumenta que os exames de avaliação de aprendizagem carecem de flexibilidade nas respostas e, muitas vezes, priorizam a padronização no contexto escolar.

Nessa padronização dentro do contexto escolar, as crenças da sociedade sobre as habilidades individuais encontram-se profundamente enraizadas nas instituições educacionais. Conforme destaca Papert (1985, p. 65), tais aptidões estão “institucionalizadas nas escolas, nos sistemas, nos testes e nos critérios de exames vestibulares, e, conseqüentemente, suas bases sociais estão tão

firmes como estão enfraquecidas suas bases científicas”. Papert (2008) também aborda um tabu matético associado a essas habilidades, notando que “a maioria das pessoas compartilha um medo semelhante de tornar-se vulnerável, expondo-se como possuidor de uma mente confusa ou inferior” (Papert, 2008, p. 94). O autor ainda argumenta que, para promover uma comunicação aberta e livre sobre nossas ideias e processos de pensamento, é essencial criar um ambiente de respeito que seja desprovido de discriminação em relação à nossa forma de aprendizado.

Por esses motivos, Papert (1985) propõe uma mudança em nossa cultura educacional, para um formato que proporcione recursos às crianças para que elas entendam o que estão aprendendo, e o maior desafio deste novo formato é descobrir como explorá-lo através dos computadores.

Muitas barreiras culturais impedem que as crianças se apropriem do conhecimento científico [...] muitos jovens que vivem em nossas cidades são rodeados por produtos da ciência, mas esses produtos são vistos como pertencentes aos “outros” (Papert, 1985, p. 16).

Através da experimentação e da exploração, os aprendizes vivenciam experiências que os conectam ao conhecimento. Nesses contextos, destacamos um princípio matético significativo que contradiz a concepção predominante de uma sociedade centrada na educação formal: “saber que você pode aprender sem ser ensinado e, com frequência, aprende melhor quando é menos ensinado” (Papert, 2008, p. 126).

Além de explorar temas relacionados à matética, Seymour Papert propõe a teoria do construcionismo como uma abordagem destinada a aprimorar o processo de aprendizagem. Inspirada nas ideias de Jean Piaget sobre construtivismo, essa teoria propõe que as pessoas constroem conhecimento por meio de experiências e reflexões sobre essas experiências, sendo mais eficaz quando envolvem a criação de algo público e de interesse pessoal (Papert, 1985; 2008; Maltempo, 2004). Maltempo (2004, p. 265) afirma que, no construcionismo, o aprendizado “deve ser um processo ativo, em que os aprendizes “colocam a mão na massa” (*hands-on*) no desenvolvimento de projetos, em vez de ficarem sentados atentos à fala do professor.” O construcionismo traz a ideia de que qualquer pessoa aprende mais ciência quando a utiliza em situações significativas e que atendem a propósitos pessoais, incluindo dimensões afetivas, estéticas e socioculturais (Papert, 1986).

Segundo Maltempo (2004) o construcionismo possui como base cinco dimensões que devem ser buscadas em ambientes de aprendizagem construcionistas, são elas:

1.Dimensão Pragmática: proporcionar ao aprendiz a sensação de aprender algo imediatamente aplicável, que incentiva o desenvolvimento útil de algo que o introduz a novos conceitos;

2.Dimensão Sintônica: propor aos aprendizes projetos contextualizados e relacionados com seus interesses pessoais, fortalecendo a relação entre os aprendizes e os projetos em desenvolvimento;

3.Dimensão Sintática: os materiais necessários para o desenvolvimento dos projetos devem ser acessíveis sem a necessidade de pré-requisitos, sempre que possível, e permitir um escopo de desenvolvimento ilimitado;

4.Dimensão Semântica: o aprendiz deve interagir com elementos que vão além de formalismos e símbolos, promovendo significados que representem sua compreensão do que está sendo desenvolvido;

5.Dimensão Social: as atividades devem estar integradas com as relações pessoais e a cultura dos aprendizes.

Nossas inquietações convergem com as preocupações de Papert (1985; 2008), especialmente quando ele discute sobre a diferença entre crianças que se tornam sujeitos criativos ao programar e aquelas imersas em atividades pré-programadas. Além disso, ressalta que “a decisão a respeito de quais crianças e, principalmente, que classe social de crianças fará parte de qual categoria, será influenciada pelo tipo de atividades e pelos tipos de ambientes computacionais criados ao redor delas” (Papert, 1985, p. 47). No desfecho de sua obra, Papert (2008) expressa uma profunda preocupação com a equidade no acesso às redes de conhecimento e a necessidade de proteger as crianças contra a exploração. Outrossim, reitera o princípio da escola pública, de proporcionar igualdade de oportunidades para todos, mesmo consciente de que essa visão nem sempre se concretiza na realidade. Por isso, decidimos conduzir a pesquisa com crianças em situação de vulnerabilidade.

Diante do exposto até o momento, após examinar o referencial sobre a matemática e suas conexões com a programação, vamos buscar a compreensão da influência do pensamento computacional quando crianças programam em um ambiente que possui características matemáticas.

2.2. Pensamento computacional

Conforme apresentado na introdução, Papert (1985) utiliza o termo pensamento computacional quando aborda sua visão sobre a integração do pensamento computacional na vida cotidiana. Papert (1996) utiliza novamente o termo quando descreve uma situação em que o computador foi utilizado para prever jogadas de *rugby* e resolver problemas relacionados ao jogo. O autor observa que, ao fazer isso com a ajuda do computador, “o objetivo é usar o pensamento computacional para forjar ideias que sejam pelo menos tão “explicativas” quanto o pensamento euclidiano” (Papert, 1996, p. 107, tradução nossa). Em Papert (2008), o autor menciona mais uma vez o termo pensamento computacional ao abordar o desenvolvimento dos computadores e sua origem, destacando a necessidade de realizar cálculos matemáticos complexos durante a Segunda Guerra Mundial, especialmente para a correção de erros na artilharia.

Seymour Papert não define o termo computacional, mas no decorrer de suas obras, Papert (1985; 2008) narra experiências em que usa os computadores para o ensino e aprendizagem. Ele desenvolve as ideias da matemática e do construcionismo através da linguagem de programação Logo para auxiliar crianças na construção de conhecimento e desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas.

Sobre as experiências que vivenciou em Genebra, Papert (1985, p. 39) salienta a importância e o poder do “pensar sobre o pensar e aprender sobre o aprender” quando as crianças programavam computadores na linguagem Logo. Também, ressalta em seu trabalho que atividades de programação com crianças não apenas desenvolvem habilidades técnicas, bem como promovem uma nova forma de “pensar” que enriquece o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade, tornando as crianças ativas em seu processo de aprendizagem e criadoras do próprio conhecimento. Essas vivências de Seymour Papert podem auxiliar na compreensão de como o pensamento computacional pode influenciar positivamente no desenvolvimento das habilidades cognitivas e no processo de aprendizagem das crianças.

Wing (2006) traz visibilidade ao termo pensamento computacional e se torna pioneira no movimento que enfatiza a importância do pensamento computacional na Educação. A autora afirma que “métodos e modelos

computacionais nos encorajam a resolver problemas e desenvolver sistemas que não poderíamos resolver sozinhos” (Wing, 2006, p. 33, tradução nossa). Com o aumento significativo da presença da tecnologia em nossas vidas, pesquisadores como Papert (1985; 1996; 2008), Barr e Stephenson (2011), Denning (2017), Grover e Pea (2018), Brackmann (2017), Azevedo e Maltempi (2020), entre outros, ressaltam a importância de desenvolvermos capacidades que não nos tornem consumidores passivos, mas sim usuários ativos e críticos da tecnologia.

Wing (2006) afirma que “o pensamento computacional é um conhecimento fundamental para todos, não apenas para cientistas da computação” (Wing, 2006, p. 33, tradução nossa). A autora define o pensamento computacional como “os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e na expressão de sua(s) solução(ões) de tal forma que um computador – humano ou máquina – possa efetivamente executá-lo. (Wing 2014, n.p, tradução nossa)”

Wing (2006; 2014) elenca aspectos que ressaltam as possibilidades e facilidades que o pensamento computacional proporciona, especialmente em relação à resolução de problemas, à criação de sistemas que não poderíamos desenvolver sozinhos e ao entendimento do comportamento humano. De modo dialógico, Resnick (2020, p. 78) afirma que

A maioria das pessoas não será um programador profissional ou cientista da computação, mas aprender a programar com fluência é uma habilidade valiosa para todos. Tornar-se fluente, seja na escrita ou na programação, ajuda a desenvolver seu pensamento, desenvolver sua voz e desenvolver sua identidade.

Ainda sobre o pensamento computacional, Wing (2006) esclarece que o pensamento computacional é a forma como os humanos pensam e resolvem problemas utilizando recursos computacionais, não é, portanto, fazer uma pessoa pensar como computadores segundo a autora, isso não é viável, pois os humanos são mais espertos e criativos. Ainda segundo Wing (2006) embora o pensamento computacional esteja relacionado à computação, vai além do uso de ferramentas tecnológicas.

Valente (2016) esclarece as tentativas de conceitualização e operacionalização do pensamento computacional realizada por pesquisadores e organizações. O autor anuncia que Wing (2006) dá visibilidade o termo

pensamento computacional e afirma que é uma habilidade fundamental para todos e que em 2011 esta autora forneceu uma definição sem adicionar mais informações à anterior. Valente (2016) ressalta ainda que pesquisadores não chegaram a um acordo sobre a definição do pensamento computacional em eventos realizados em 2009 e 2011 pela *National Academy of Sciences* dos Estados Unidos.

Observamos que é necessário ressaltar algumas considerações ao promover o pensamento computacional na Educação Básica, apontando precauções específicas. Nesse sentido, Denning (2017, p. 33, tradução nossa) traz algumas reflexões acerca do pensamento computacional, a partir dos questionamentos: “O que é o pensamento computacional?”; “Como pode ser avaliado?” e “Isso é bom para todos?”. Após considerar essas questões, o autor afirma que ainda persistem muitas incertezas em relação à definição do pensamento computacional e sobre como implementá-lo na Educação Básica.

O primeiro ponto que o autor em cena aborda é a falta de consenso em relação à definição do pensamento computacional, a qual gera muitas incertezas sobre como os professores devem incorporá-lo em suas aulas. A inclusão do pensamento computacional no currículo requer muita cautela.

Em relação à avaliação, Denning (2017) adverte que os cientistas da computação agiram precipitadamente ao tentar aplicar as ideias do pensamento computacional em outras áreas do conhecimento, resultando em definições vagas e confusas para o conceito, o que dificulta sua integração na Educação Básica. Também, afirma que essa dificuldade coloca os professores “na difícil posição de não saber exatamente o que devem ensinar ou como avaliar se eles são bem-sucedidos” (Denning, 2017, p. 34, tradução nossa). Quanto aos benefícios do pensamento computacional para todos, o autor esclarece que os benefícios para aqueles que não são *designers* ainda não estão devidamente fundamentados.

Como sugestão para lidar com as questões apresentadas, Denning (2017) aconselha aos professores a adotarem a definição de pensamento computacional proposta por Aho (2011, tradução nossa): “o processo de pensamento envolvido na formulação de problemas para que suas soluções possam ser apresentadas como etapas computacionais e algoritmos”. Segundo

o autor, essa definição foi adotada como a definição de pensamento computacional pela K12.cs.org⁵.

No que diz respeito à avaliação e o ensino do pensamento computacional, Denning (2017) apresenta uma visão geral. Ele argumenta que os professores devem avaliar as habilidades dos alunos com base em competências, para acompanhar seu progresso, e que abordagens mais avançadas de *design* computacional devem ser reservadas para aqueles que seguirão áreas que dependem da computação. No entanto, o autor não discute que tipo de formação os professores precisam ter para realizar essas avaliações. Denning (2017) também destaca que a implementação do pensamento computacional pode tornar os indivíduos mais eficazes em suas respectivas áreas de atuação, utilizando a computação, embora sem fornecer justificativas detalhadas.

Barr e Stephenson (2011) salientam que a ampliação da exposição das crianças ao pensamento computacional é uma tarefa complexa devido às necessárias modificações no sistema de ensino, ao engajamento dos professores e à criação de recursos, o que inclui uma definição para o pensamento computacional. Nesse cenário, docentes e discentes dependem da colaboração de especialistas em ciência da computação. Desse modo, professores e cientistas da computação devem colaborar para estabelecerem possibilidades e fornecerem exemplos que incorporem o pensamento computacional ao currículo da Educação Básica.

Muitos pesquisadores e educadores realizam esforços para apontar os benefícios do pensamento computacional. Wing (2006) afirma que por meio do pensamento computacional conseguimos reformular um problema difícil em questões que podemos resolver utilizando a redução, incorporação, transformação ou simulação. Azevedo e Maltempi (2020, p. 3) afirmam que

As características do Pensamento Computacional aliadas ao processo das características do fazer e aprender matematicamente valorizam: (i) o desenvolvimento de ideias; (ii) a resolução de problemas; (iii) a reflexão, análise e descrição de hipótese; (iv) a formulação criativa de soluções para um dado problema; (v) a construção e aprimoramento de estratégias, indo além da computabilidade; (vi) a compreensão dos fenômenos locais e globais com o uso da programação e robótica; e (vii) o incentivo à tomada de decisões individual/coletiva, etc.

⁵ Uma comunidade que discute a estrutura da Ciência da Computação na K-12, que é equivalente ao que no Brasil chamamos de Educação Básica.

Resnick (2020) argumenta que as estratégias do pensamento computacional envolvem a decomposição de problemas complexos em partes mais simples, seguida pela correção e aprimoramento dessas partes. Quanto a essas estratégias afirma que

[...] podem ser úteis em todos os tipos de atividades que envolvam projetos e resolução de problemas, não apenas em programação e ciência da computação. Ao aprender a depurar programas de computador, você estará mais bem preparado para descobrir o que deu errado se preparar uma receita que não der certo na cozinha ou caso você se perca ao seguir as orientações de direção dadas por outra pessoa (Resnick, 2020, p. 79).

Barr e Stephenson (2011) relatam que profissionais envolvidos com o desenvolvimento de possibilidades e estratégias para incorporar o pensamento computacional no currículo da Educação Básica

[...] imaginaram o pensamento computacional se manifestando na sala de aula por meio da resolução ativa de problemas. Eles viram os alunos: “envolvidos no uso de ferramentas para resolver problemas”, “confortáveis com tentativa e erro” e trabalhando em “uma atmosfera de descobrir coisas juntos” (Barr; Stephenson, 2011, p. 51, tradução nossa)

Com base nas discussões realizadas sobre o pensamento computacional, a *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *American Computer Science Teachers Association* (CSTA) apresentaram uma definição operacional para o termo em pauta, a qual se refere a

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 através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através 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 (Valente, 2016, p. 870).

Buscamos ainda referências sobre o pensamento computacional em trabalhos da Educação Matemática. Destacamos no primeiro capítulo da tese a concepção de Silva (2018) sobre o pensamento computacional e concordamos com a perspectiva que o autor traz posteriormente, em Silva (2023), quando investiga as possíveis relações do desenvolvimento do pensamento computacional em uma experiência com alunos de Ensino Médio sob a luz da teoria histórico-cultural, e assume que o pensamento computacional é

uma estratégia de organização do pensamento, para resolver e formular problemas, que ocorre com base de conhecimentos e práticas da Ciência da Computação, como: a decomposição, reconhecimento de padrões, algoritmo e abstração, quando se incorpora a cultura dessa área do conhecimento às suas relações sociais (Silva, 2023, p. 62).

Encontramos também a visão de Navarro (2021), que realiza um estudo a partir de nexos conceituais e de pressupostos da teoria histórico-cultural e conclui que

O pensamento computacional, no âmbito da Educação Matemática, é formado pela concatenação inseparável entre os nexos conceituais da resolução de problemas e dos pensamentos algébrico e algorítmico, visando à produção de conhecimentos matemáticos no contexto da sala de aula. Destarte, em sua configuração conceitual, o pensamento computacional é um movimento dialético do pensamento, que objetiva conduzir os alunos nas ações de interpretar, analisar, questionar, explorar, investigar, decompor, refletir, observar regularidades e produzir sínteses, tendendo à criação de resoluções e/ou estratégias, com o uso da linguagem algébrica e/ou algorítmica (Navarro, 2021, p. 140).

Barbosa (2024) encontra nas ideias de Seymour Papert sua concepção para o pensamento computacional quando realiza experiências computacionais educativas construcionistas orientadas pelos pensamentos reflexivo e computacional, e entende o pensamento computacional como

um estilo de pensamento aplicado para forjar e desenvolver ideias sendo orientado por um processo lógico e sistemático de pensamento, fazendo uso de diversas estratégias de pensamento como coleta, análise e síntese de dados, decomposição e composição, abstração, modularização, reconhecimento de padrões, generalização, com o objetivo de melhor compreender, formular, representar e solucionar problemas provenientes de diversas áreas do conhecimento, com vistas a aprender a pensar e aprender a aprender. Um estilo de pensamento que pode se apropriar do poder computacional das máquinas, como os computadores e a programação, para estender essa capacidade humana de pensar, representar e aplicar estratégias de pensamento, o que nos leva a ampliar as possibilidades para mobilizar o pensamento computacional em função de alguns conceitos relacionados à ciência da computação, contemplando também a automação, paralelismo, simulação, debugging, e pensamento algorítmico, para tirar proveito das possíveis relações entre o aprendiz e a máquina através da programação, abrindo as portas para uma abordagem de aprendizagem que segue o modelo de “pensar com” e “aprender com” o computador (Barbosa, 2024, p. 118).

Azevedo (2022), ao estudar o processo formativo em Matemática de estudantes enquanto constroem jogos digitais, adota um consenso e reconhece o pensamento computacional como

capacidade de gerar ideias e transformá-las em um processo sistemático no qual se constrói soluções para problemas encaminhados, não necessariamente derivados da ciência da

Ainda no âmbito da Educação Matemática, Maltempi (2024) destaca os quatro pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. A decomposição envolve a divisão de um problema complexo em partes menores para tornar a solução mais viável. O reconhecimento de padrões consiste em examinar as partes resultantes da decomposição e identificar semelhanças com problemas previamente resolvidos e conexões. A abstração é o processo de selecionar apenas as informações relevantes para resolver os problemas. Por fim, os algoritmos envolvem a expressão, em linguagem específica, das diretrizes para resolver os problemas.

É importante termos cautela ao mencionar a decomposição dos problemas complexos sem considerar também a subsequente composição. Como destacado por Maltempi (2024, p. 3, tradução nossa) “A decomposição sem [a posterior] composição equivaleria a assumir como correto, ou suficiente, que o problema complexo original poderia ser reduzido à mera junção de seus problemas menores.”

Ainda no contexto da Educação Matemática, Gadanidis *et al.* (2016) abordam que a ideia de pensamento computacional não é nova e ressaltam o trabalho de Seymour Papert com o Logo e concordam com a visão de Jeannette Wing sobre o pensamento computacional. Os autores apontam sete possibilidades do pensamento computacional:

1. Piso baixo, teto alto: As atividades que envolvem o pensamento computacional oferecem a possibilidade de pessoas com conhecimentos mínimos, bem como aquelas com conhecimentos avançados, serem capazes de explorar conceitos e representações.

2. Abstração e automação: Essa possibilidade está relacionada à capacidade de decompor problemas e identificar o que é relevante para sua resolução. A abstração é vista como uma ferramenta para auxiliar as pessoas a conceituar e abordar problemas complexos, visando à redução de informações e detalhes, bem como à gestão da complexidade. Através da computação, podemos automatizar essas abstrações e aprimorar a resolução de problemas complexos.

3. Modelagem dinâmica: Essa possibilidade se torna viável graças à abstração e automação. Ao automatizar uma situação, podemos ajustar dinamicamente os valores dos parâmetros utilizados e observar as mudanças. Refletir sobre a influência dos conceitos e “brincar” com eles nos ajuda a compreender os impactos dos parâmetros nos resultados obtidos.

4. Sensação tangível: O uso de dispositivos, como circuitos e robôs programáveis, proporciona às pessoas a oportunidade de interagir fisicamente com padrões e conceitos, permitindo uma experiência tangível dos códigos e algoritmos obtidos por meio da abstração e automação.

5. Surpresa Conceitual: Oferece às pessoas experiências que podem surpreendê-las em relação ao que se obtém por meio da abstração e automação.

6. Paredes Largas: Permite o compartilhamento de projetos e aprendizados com outras pessoas por meio de comunidades, além de proporcionar acesso aos projetos de outras pessoas, o que pode ser outra maneira de gerar surpresas conceituais por meio das experiências dos outros.

7. Agência: Esta possibilidade permite que a pessoa tenha poder e autonomia sobre seu projeto, é resultado da experiência das possibilidades anteriormente descritas e oferece a sensação de "estar no controle".

A CSTA apresenta nove conceitos básicos vinculados ao pensamento computacional, são eles coleta, análise e representação de dados, decomposição, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação (Barbosa, 2024). Esses conceitos formam a base para desenvolver habilidades relativas à resolução de problemas e na aplicação de técnicas de programação, promovendo uma abordagem lógica e sistemática para enfrentar desafios em diversas áreas do conhecimento.

Observamos que as competências envolvidas ao incorporar o pensamento computacional na Educação Básica estão alinhadas com as diretrizes da BNCC (Brasil, 2018), que aborda o pensamento computacional, mas não fornece orientações específicas. Tal documento reconhece seu compromisso com a educação integral, cujo objetivo é proporcionar ao aluno

[...] desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação

e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (Brasil, 2018, p. 14).

Segundo estudos de Barr e Stephenson (2011), Valente (2016), Denning (2017) e Almeida e Valente (2019) há necessidade de inserir os recursos computacionais junto às políticas públicas educacionais. Tais autores ressaltam a importância e a natureza do pensamento computacional e as formas como ele pode ser integrado à aprendizagem. Essas discussões acerca do pensamento computacional já estão acontecendo.

Valente (2016) menciona algumas políticas educacionais que têm adotado a programação como uma oportunidade para promover o desenvolvimento do pensamento computacional. Entre essas políticas, destacam-se a iniciativa "*Computer Science is for Everyone*," lançada em 2013 nos Estados Unidos, a implementação da programação na Educação Básica por 13 dos 20 países que compõem a Comissão Europeia, e a mudança na Inglaterra, que está substituindo aulas de informática centradas no uso de ferramentas de escritório por uma disciplina fundamentada na ciência da computação, tecnologia da informação e letramento digital.

Almeida e Valente (2019) conduzem uma pesquisa examinando a presença do pensamento computacional nas políticas educacionais e nas práticas adotadas em diversos países. Os resultados revelam abordagens divergentes quanto às políticas implementadas: alguns países optaram por atividades de Ciência da Computação, realizadas fora da sala de aula ou integradas ao currículo como disciplinas específicas; outros incluíram disciplinas que exploram diretamente os conceitos do pensamento computacional, enquanto alguns adotaram uma abordagem transversal, integrando conceitos do pensamento computacional por meio de atividades que fazem uso da tecnologia em diversas disciplinas do currículo.

Os resultados do estudo realizado por Almeida e Valente (2019) apontam que, nos países pesquisados, o pensamento computacional vai além da simples codificação de comandos de programação, abrangendo também o desenvolvimento do pensamento lógico e computacional. O desafio realçado focaliza a necessidade de integrar o pensamento computacional de maneira transversal, com ênfase especial na formação inicial de professores.

No contexto brasileiro, a integração do pensamento computacional nas políticas públicas é uma necessidade reconhecida, evidenciada pela sua inclusão na BNCC e na posterior publicação do documento “Computação: complemento à BNCC” (Brasil, 2022). A BNCC traz a necessidade do desenvolvimento do pensamento computacional, mas não menciona como fazê-la e o complemento à BNCC traz as premissas, competências, objetivos de aprendizagem, habilidades e alguns exemplos relativos à implementação do pensamento computacional na Educação Básica. No entanto, esses documentos ainda carecem de informações suficientes para que os professores promovam o pensamento computacional em suas aulas.

No que diz respeito à formação de professores, Barbosa e Maltempi (2020) assinalam que a BNCC aborda o pensamento computacional como uma competência ou habilidade a ser desenvolvida em conjunto com os conteúdos, especialmente os de matemática. Nesse contexto, é responsabilidade do professor não apenas ensinar os conteúdos, mas também desenvolver as competências gerais e específicas do pensamento computacional. A experiência divulgada pelos autores sobre o estudo em uma disciplina de formação de professores aponta para a necessidade de reavaliar as práticas de formação docente, a fim de que os futuros educadores possam incorporar modelos de ensino e aprendizagem que integrem, juntamente com o conteúdo, as habilidades do pensamento computacional.

Assim como Barr e Stephenson (2011), Barbosa e Maltempi (2020) mostram a necessidade de exemplos de investigações relativas à implementação do pensamento computacional na Educação. Em relação às políticas, Barr e Stephenson (2011, p. 53, tradução nossa) ressaltam que é necessário “fornecer aos professores recursos para apoiar a mudança, incluindo materiais curriculares, modelos e simulações, atividades modelo e *sites* para os alunos fazerem atividades de forma independente”.

Diante da crescente relevância e necessidade do pensamento computacional na Educação, reforçada pelos autores, a pesquisa busca detalhar as experiências das crianças ao programarem no Scratch, em um ambiente que integra princípios matemáticos e promove o pensamento computacional. Assumimos a perspectiva do pensamento computacional de Silva (2023) e, ao acompanhar como as crianças utilizam os recursos da linguagem de

programação, analisar o desenvolvimento de seus projetos e identificar padrões de resolução de problemas, almejamos contribuir para a compreensão da implementação do pensamento computacional na Educação Básica. A seguir, no próximo tópico, tratamos de questões pertinentes à aprendizagem e ao currículo que fundamentam a pesquisa.

2.3. Aprendizagem e características matéticas do currículo

Num ambiente de aprendizagem com o adequado apoio intelectual e emocional, o “descoordenado” pode aprender habilidades circenses como malabarismo, e aqueles “sem cabeça para contas” aprendem não só que podem fazer matemática como também gostar disso (Papert, 1985, p. 63).

Estamos alinhados com a perspectiva de Freire (1997) que defende uma escola democrática. Segundo o autor, ensinar não deve ser simplesmente a transmissão de conhecimento acumulado, e aprender não se resume a receber o conteúdo transferido. Freire (1997, p. 5) salienta que “ensinar e aprender giram também em torno da produção daquela compreensão, tão social quanto a produção da linguagem, que é também conhecimento”.

Nesse sentido, esse renomado educador destaca alguns aspectos do processo de ensino e aprendizagem, enfatizando a relevância da participação do educando nesse contexto. Em seu ponto de vista,

O professor deve ensinar. É, preciso fazê-lo. Só que *ensinar* não é *transmitir* conhecimento. Para que o ato de ensinar se constitua como tal, é preciso que o ato de *aprender* seja precedido do, ou concomitante ao, ato de *apreender* o conteúdo ou o objeto cognoscível, com que o *educando se torna produtor também do conhecimento* que lhe foi ensinado.

Só na medida em que o educando se torne sujeito cognoscente e se assuma como tal, tanto quanto sujeito cognoscente é também o professor, é possível ao educando tornar-se sujeito produtor da significação ou do conhecimento do objeto. É neste *movimento dialético* que *ensinar* e *aprender* vão se tornando *conhecer* e *reconhecer*. O educando vai conhecendo o ainda não conhecido e o educador, *re-conhecendo* o antes sabido (Freire, 1997, p. 79).

Nossa perspectiva também está em conformidade com a BNCC, que afirma que a

sociedade contemporânea impõe um olhar inovador e inclusivo a questões centrais do processo educativo: o que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado (Brasil, 2018, p. 14).

Além disso embora a orientação ideológica de Freire e da BNCC apresentem divergências, tal documento põe em relevo a pertinência do desenvolvimento de competências, como a capacidade de aprender a aprender, a habilidade de tomar decisões, a proatividade na identificação e resolução de problemas, bem como a autonomia.

Dessa forma, ressaltamos o papel do professor que deve (re)pensar a abordagem de suas aulas, criando um ambiente propício para que os alunos possam aprender e fomentando o desenvolvimento da autonomia e protagonismo do aluno. Papert (1985) sugere a concepção de ambientes nos quais os aprendizes tenham acesso a recursos que os incentivem a refletir sobre o pensamento, a aprender a expressar essas reflexões e a testar suas ideias. Papert (1985, p. 213) idealiza um ambiente de aprendizagem semelhante à escola de samba brasileira, em que se aprende em “ambientes reais, socialmente coesos, e onde os entendidos e os novatos estão todos aprendendo”.

Fino (2016, p. 256) enfatiza que a matética como inovação pedagógica coloca os alunos como protagonistas no processo de aprendizagem passa pela matética, “o que implica a autonomia e o protagonismo do aprendiz e a redefinição do papel do professor, com todas as consequências dessa migração do aprendiz, da periferia para o centro dos processos de ação e de construção.” Ademais, pontua que a matética não se desenrola como um processo coletivo; trata-se de um processo individual que precede a experiência escolar, manifestando-se desde os estágios iniciais do desenvolvimento cognitivo dos aprendizes. Contudo, o autor afirma que a interação social desempenha um papel favorável nesse processo individual.

Sobre os inovadores em Educação, Papert (2008, p. 29) menciona que

[...] podiam formular, e de fato formularam, perspectivas arrojadas. São exemplos a ideia de John Dewey de que as crianças aprenderiam melhor se a aprendizagem realmente fizesse parte da experiência de vida; ou a ideia de Paulo Freire de que elas aprenderiam melhor se fossem verdadeiramente responsáveis por seus próprios processos de aprendizagem; ou a ideia de Jean Piaget de que a inteligência surge de um processo evolutivo no qual muitos fatores devem dispor de tempo para encontrar seu próprio equilíbrio; ou a ideia de Lev Vygotsky de que a conversação desempenha um papel crucial na aprendizagem. Tais ideias sempre atraíram os *Yearners*, refletindo uma atitude de respeito às crianças e uma filosofia social democrática.

Papert (1985; 2008) explora atividades de programação com crianças e evidencia o potencial do uso de tecnologia e princípios matemáticos, dentre eles, o incentivo para elas participarem ativamente da construção do conhecimento e tornarem-se protagonistas do processo de aprendizagem. Cabe assinalar que a perspectiva de Fino (2016) que evidencia a matemática como inovação pedagógica e a matemática apresentada por Papert (1985; 2008) se mostram alinhadas ao que lemos na quinta competência geral da Educação Básica publicada na BNCC (Brasil, 2018, p. 9):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Ainda segundo a BNCC, um compromisso com a educação integral proposto para a Educação Básica é

[...] a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida. (Brasil, 2018, p. 15)

Freire (1996, p. 35) salienta nossa capacidade de aprendizado como algo que serve “não apenas para nos adaptar, mas sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a” e isso também é assinalado por Papert (1985, p. 213) quando afirma que “aprender não é separado da realidade.” Ao considerarmos a aprendizagem em sintonia com a realidade, torna-se complicado fragmentar o conhecimento, como é comum nas práticas escolares. Nesse contexto, é necessário enxergarmos o conhecimento de forma integral, como um todo interconectado.

Ao trabalhar em ambientes influenciados pela matemática, Seymour Papert não busca apresentar algo pré-concebido para ser integrado de maneira padronizada no currículo. Nas narrativas de Papert (1985; 2008), notamos a apresentação de conteúdos e conhecimentos presentes no currículo, que surgiram sem o estabelecimento de uma proposta curricular prévia. Uma característica essencial dos projetos propostos por ele é sua conexão com os interesses individuais das crianças.

A expressão “aprendizagem criativa” utilizada por Resnick (2020) para descrever um processo de aprendizagem, inspirado na forma como as crianças

aprendem no Jardim de Infância, possui fortes influências das ideias de Seymour Papert, mas também de outros educadores como Friedrich Froebel, Jean Piaget, John Dewey, Maria Montessori, Paulo Freire e outros. Burd (2020, p. 22) sintetiza a aprendizagem criativa como um

[...] modelo educacional adequado ao nosso tempo. Um modelo que, inspirado em práticas pedagógicas lúdicas e engajantes para todas as idades, nutra pensadores criativos, pessoas felizes que se sintam confortáveis para enfrentar questões abertas, colaborar com gente diferente e lidar criativamente com os recursos ao seu redor.

Resnick (2020) descreve o processo criativo seguindo a espiral criativa, que se desdobra da imaginação para a criação, passando pela brincadeira, compartilhamento, reflexão e, finalmente, retornando à imaginação, como ilustrado na Figura 2. Segundo o autor, a espiral criativa impulsiona o pensamento criativo.



Figura 2 - Espiral Criativa.
Fonte: Resnick (2020, p. 40)

Para promover experiências de aprendizagem criativa, Resnick (2020) lista, junto ao seu grupo de trabalho no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), quatro princípios orientadores:

1. Projetos: Engajar-se em projetos proporciona vivências ao longo da espiral criativa, exigindo a busca por uma ideia inicial, a criação a partir dela, realização de testes, comunicação com outras pessoas, receptividade a

sugestões sobre o projeto, revisão e aprimoramento contínuo, repetindo esse processo na espiral criativa.

2. Paixão: É essencial atender aos interesses pessoais dos alunos, fornecendo-lhes materiais, experiências, condições e um ambiente de apoio, para que possam desenvolver seus próprios projetos.

3. Pares: Os projetos devem ser realizados em um ambiente que promova a colaboração e o respeito, favorecendo a interação, brincadeiras, criação e compartilhamento de ideias, abrindo espaço para exposição de sugestões.

4. Pensar Brincando: Participar e pensar de maneira lúdica nos projetos oferece a liberdade de explorar, assumir riscos e desafiar limites, resultando em situações inesperadas. Isso requer a aplicação recorrente de conhecimentos e experiências pessoais, além da exploração de novas e antigas formas de utilização de materiais.

Além desses princípios orientadores, Resnick (2020) propõe uma sistematização de dicas para promover a aprendizagem criativa, organizando-as em três categorias: dez dicas para estudantes, dez dicas para pais e professores, e dez dicas para designers e desenvolvedores. No Quadro 2, apresentamos orientações direcionadas a alunos, pais e professores, que se mostram especialmente relevantes para esta pesquisa, pois oferecem propostas alinhadas aos princípios matéticos que serão discutidos na próxima seção. Esses princípios orientadores e as dicas visam apoiar e fomentar o avanço em direção a uma sociedade mais criativa, proporcionando sugestões práticas para cada grupo envolvido no processo de aprendizagem.

Categoria	Dicas
Estudantes	1. Comece simples 2. Trabalhe em algo que goste 3. Se não tiver ideia do que fazer, explore um pouco 4. Não tenha medo de experimentar 5. Encontre um amigo para trabalhar e compartilhar ideias 6. Não há nada de errado em copiar (para ter uma ideia) 7. Guarde suas ideias num caderno de rascunhos 8. Monte, desmonte e monte de novo 9. Muitas coisas podem dar errado; prenda-se a isso

Categoria	Dicas
	10. Crie suas próprias dicas de aprendizagem
Pais e Professores	1. Imaginar: mostre exemplos para dar ideias 2. Imaginar: incentive a exploração livre 3. Criar: forneça materiais diferentes 4. Criar: abrace todas as formas de fazer 5. Brincar: enfatize o processo e não o produto 6. Brincar: aumente o tempo para os projetos 7. Compartilhar: faça o papel de “casamenteiro” 8. Compartilhar: envolva-se como colaborador 9. Refletir: faça perguntas (autênticas) 10. Refletir: compartilhe as próprias reflexões

Quadro 2 -Dicas para promover a aprendizagem criativa voltadas para alunos, professores e pais, segundo Resnick (2020)

Fonte: Organizados pela autora

Ao refletirmos sobre os estudos acerca da matemática, do pensamento computacional e do processo de aprendizagem, concordamos com Fino (2017, p. 34) ao defender

[...] uma concepção de pedagogia que extravasa da sala de aula para o mundo, como lugar onde se vive, e onde aprender é parte intrínseca da vida, elevando-se, por essa via, muito acima de um mero conjunto de procedimentos técnicos de ensino-aprendizagem.

Apresentamos até o momento as concepções baseadas no referencial teórico, a partir do qual conduzimos a pesquisa. Concentramos nossa atenção na matemática, na programação, no pensamento computacional e na aprendizagem.

Identificamos aproximações desse ambiente de aprendizagem com características da aprendizagem criativa proposta por Resnick (2020), e decidimos incluí-la no referencial teórico e na análise dos dados, juntamente com o pensamento computacional. A seguir, dedicamo-nos à investigação e sistematização de princípios e ideias matemáticas.

3. Princípios Matéticos

Comenius não apenas contribuiu, mas cunhou o termo *matética* no contexto da Educação, ainda no século XVII. Chaves (2022) explora o conceito de inovação na Educação, destacando o paradigma *matético* como uma proposta inovadora para a área educacional. A autora fundamenta seus argumentos nas contribuições de Jan Amos Comenius e Seymour Papert. Concordamos com a autora e com Fino (2017), haja vista que ambos enfatizam a *matética* como inovação pedagógica. Esses dois últimos autores ressaltaram a importância de não apenas valorizar a didática, mas também explorar como podemos conduzir nossas aulas para melhorar as condições para o aprendizado dos alunos através da *matética*.

Ao estudarmos os princípios *matéticos* nas obras de Papert (1985; 2008), notamos a presença recorrente das características *matéticas*. No entanto, é importante observar que o autor não apresenta explicitamente uma lista formal desses princípios. Em algumas passagens, ele cita a *matética* e os princípios *matéticos*, tratando sobre ambos ao longo do texto, incluindo nomenclaturas e ideias associadas. As informações sobre *matética* guardam proximidade com as ideias de Paulo Freire, como observa Fino (2017), uma vez que ambas remetem a uma concepção de pedagogia que encara a aprendizagem como parte integrante da vida e não apenas um conjunto de procedimentos técnicos do processo de ensino e aprendizagem.

Ao apresentar os princípios *matéticos*, Barbosa (2024) afirma que Seymour Papert reconhece a capacidade inata das pessoas para aprender de forma autônoma e sem ensino deliberado, mas enfatiza que essa capacidade precisa ser estimulada e ampliada por meio de um ambiente que favoreça métodos naturais de aprendizagem. A autora identifica alguns princípios *matéticos* que norteiam esse ambiente e os apresenta através de narrativas que denomina histórias de aprendizagem.

No próximo tópico, nos dedicaremos a uma exploração da *matética* e dos princípios *matéticos* presentes nas obras de Seymour Papert. A partir dessa investigação, sistematizaremos os princípios *matéticos*. Além de definir esses princípios, iremos sistematizá-los de maneira clara e estruturada, com o objetivo de facilitar a sua compreensão e aplicação em ambientes de aprendizagem.

Essa sistematização permitirá que educadores e pesquisadores compreendam melhor como esses princípios podem ser integrados em um ambiente de aprendizagem.

3.1. Sistematização dos Princípios Matéticos

Para sistematizar uma lista com princípios matéticos, achamos necessário, primeiramente, definir o que pode ser considerado um princípio matético. Conforme Papert (1985) a matética é definida como conjunto de princípios que regem a aprendizagem, sendo os princípios matéticos as “ideias que iluminam e facilitam o processo de aprendizagem” (Papert, 1985, p. 148). Consideramos princípios matéticos as ideias, características, atitudes, habilidades e/ou estratégias que têm o potencial de iluminar e facilitar o processo de aprendizagem. Para embasar nossas reflexões e identificar esses princípios, recorreremos a referências que nos trouxeram “ideias esclarecedoras”.

Desenvolvemos uma sistematização dos princípios matéticos, trazendo contribuições àquelas elaboradas por Chaves (2022) e Barbosa (2024), visando facilitar práticas educacionais e influenciar a constituição do ambiente de aprendizagem que promove o protagonismo do aprendiz, a autonomia, investigação e criatividade. Entendemos que essa sistematização, assim como as dicas propostas por Resnick (2020) para a aprendizagem criativa e a sistematização das dimensões do construcionismo apresentadas por Maltempo (2004) para a promoção de ambientes de aprendizagem construcionistas, podem favorecer a integração dos princípios matéticos no ambiente de aprendizagem.

Cada princípio matético busca capturar um aspecto único da aprendizagem, refletindo o que Seymour Papert considerou essencial para esse processo. A sistematização desses princípios permanece aberta a evolução e aprimoramentos.

Os próximos tópicos trazem a nomenclatura dos princípios matéticos que sistematizamos. A sistematização tem como objetivo favorecer a construção de um ambiente de aprendizagem que promova o protagonismo do aprendiz, incentivando sua autonomia, exploração e investigação.

3.1.1. *Princípio Pessoal*

Papert (1985, p. 26) afirma que a proposta da tartaruga do Logo não visa resolver os problemas educacionais. Distintamente disso, esclarece que seu “interesse está no processo de invenção desses ‘objetos-de-pensar-com’, objetos em que há uma interseção de presença cultural, conhecimento implícito, e a possibilidade de identificação pessoal”. Acerca do uso da programação que envolve situações de interesse pessoal, o autor menciona que “o computador é usado como um meio de se expressar matematicamente, o que nos permite elaborar tópicos que as crianças aprendam facilmente e que sejam significativos e coerentes com seu interesse pessoal” (Papert, 1985, p. 75).

Ao longo das narrativas de Papert (1985; 2008), percebemos que, ao engajarem-se na programação na linguagem Logo, as crianças não apenas desenvolvem projetos em sintonia com seus interesses pessoais, mas também, conforme ressaltado por Papert (2008), esse envolvimento ativo na expressão da sua identidade, pode promover a autonomia, desencadeando, por conseguinte, a assimilação de novos conhecimentos. Diante da relevância atribuída ao significado pessoal, entendemos que o desenvolvimento de projetos que contemplem o interesse pessoal do aprendiz desempenha um papel crucial no ambiente de aprendizagem. Assim, sistematizamos o *princípio pessoal*, em que projetos que visam a aprendizagem devem ter significado pessoal e justificar o esforço investido; os conteúdos envolvidos no desenvolvimento de projetos devem possuir relevância pessoal.

3.1.2. *Princípio Social*

Papert (1985, p. 76) menciona explicitamente o “*princípio de ressonância cultural*: o tópico deve fazer sentido em termos de um contexto social mais amplo”. Optamos por distinguir este como princípio social, pois abordaremos outras questões culturais em outro princípio matético de nossa sistematização. O autor descreve um ambiente de aprendizagem ideal ao mencionar uma escola de samba brasileira, onde todos estão aprendendo e ensinando, e destaca que esse ambiente proporciona “maior coesão social, a sensação de pertencer a um grupo; e um sentido de objetivo comum” (Papert, 1985, p. 213).

A relevância do significado social no ambiente de aprendizagem, conforme destacado por Papert (1985), é evidente na proposta do ambiente Logo. Papert (1985, p. 216) esclarece que propõe “o ambiente LOGO como um ‘objeto para-se-pensar-com’, que contribuirá para o processo essencialmente social de construir a educação do futuro”. Isso evidencia a relevância da dimensão social no ambiente de aprendizagem. Outro exemplo apresentado por Papert (2008, p. 38) diz respeito a uma situação em que as crianças estão muito empolgadas com a realização de um trabalho e ele infere que “os aprendizes sentem que estão engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem responsáveis.” Papert (1985, p. 215) alerta ainda que “Os inovadores educacionais devem estar cientes de que para serem bem sucedidos eles devem ser sensíveis ao que acontece na cultura circundante e usar tendências culturais dinâmicas como meio de atingir suas intervenções educacionais”. Dessa forma, temos que o *princípio social* busca que os projetos tenham valor social, favorecendo a integração social e cultural.

3.1.3. Princípio do Poder

“O novo conhecimento é uma fonte de poder e é experienciado como tal a partir do momento que começa a se formar na mente da criança” (Papert, 1985, p. 37). Esse é apenas um exemplo de situação em que Papert (1985; 2008) refere-se ao poder como algo mateticamente significativo. Papert (1985) menciona instrumentos poderosos, ideias poderosas, conexões poderosas, poderosos fundamentos, o poder exercido pelo aprendiz, e traz uma matemática “apropriável” em que há um princípio do poder. Ademais, afirma que “ela deve dar poder ao estudante de desenvolver projetos pessoalmente significativos que não poderiam ser feitos sem ela” (Papert, 1985, p. 76). Enfim, podemos citar muitas passagens em que Papert (1985; 2008) se refere às situações que envolvem o empoderamento como algo benéfico para o processo de aprendizagem.

Algumas situações exemplificam as referências que Papert faz em alusão ao poder:

- Uso de ferramentas: “é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das idéias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais” (Papert, 1985, p. 17).
- Poder das ideias: “Aprende-se a apreciar e respeitar o poder das idéias poderosas; aprende-se que a mais poderosa idéia entre todas é a idéia de idéias poderosas” (Papert, 1985, p. 102);
- Emprego dos conceitos: “o conceito dá poderes à criança, e ela vivencia o que para os matemáticos significa possibilitar a toda uma cultura fazer coisas que ninguém podia fazer antes” (Papert, 1985, p. 100);
- Controle: “Uma vez que é como estar em comando, isto mobiliza a experiência e o prazer da criança em comandar.” (Papert, 1985, p. 81);
- Perceber os princípios matemáticos: “Devemos aprender a ver a aprendizagem bem-sucedida pelo prisma dessas ideias poderosas.” (Papert, 2008, p. 40);
- Aplicação de conceitos: “Ela tornou-se algo para ser usado intencionalmente; eles sentiram-na como uma fonte de poder para realizar projetos importantes e profundamente pessoais” (Papert, 2008, p. 57).

Essas são algumas situações de poder exemplificadas por Seymour Papert. Diante delas e de outras situações que verificamos em Papert (1985, 2008), definimos o *princípio do poder*, que propõe que o aprendiz deve reconhecer seu papel central no desenvolvimento do projeto, entendendo e aplicando ideias poderosas, além de aproveitar os recursos disponíveis para potencializar sua capacidade de aprender.

3.1.4. Princípio do Micromundo

Papert (1985) idealiza o ambiente Logo a partir de um ambiente de aprendizagem em que o aprendiz possa se expressar e realizar os testes de ideias. Em seu olhar, o “micromundo será projetado de tal forma que todos os conceitos necessários possam ser definidos dentro da experiência desse mundo” (Papert, 1985, p. 155). Além disso, assevera que

Até agora o uso mais potente de computadores para mudar a estrutura epistemológica da aprendizagem infantil foi a construção de

micromundos, nos quais as crianças executam atividades matemáticas porque são espaços virtuais atrativos, exigindo o desenvolvimento de habilidades matemáticas específicas (Papert, 2008, p. 30).

O termo "bricolagem" é utilizado por Papert (2008) para destacar que neste micromundo, o aprendiz precisa adquirir ferramentas e saber como adaptá-las para resolver problemas. Para ele,

Os princípios básicos da bricolagem como metodologia para a atividade intelectual são: use o que você tem, improvise, vire-se. E para o verdadeiro bricolador as ferramentas na sacola são selecionadas durante um longo tempo por meio de um processo que vai além da utilidade pragmática. Tais ferramentas mentais tornam-se gastas e confortáveis, do mesmo modo como as ferramentas físicas do consertador ambulante, transmitindo uma sensação de familiaridade, de estar à vontade consigo mesmo; (Papert, 2008, p. 138).

Diante do exposto, apresentamos o *princípio do micromundo* como a ideia de que o ambiente de aprendizagem deve oferecer ao aprendiz um contexto repleto de experiências familiares, favorecendo a expressão e o teste de ideias de maneira natural nos temas abordados. Além disso, é de suma importância incentivar a construção de artefatos que possam ser mostrados e discutidos.

3.1.5. Princípio do Tempo

Durante as narrativas, Papert (1985; 2008) nos alerta e expõe questões relativas ao tempo e à individualidade do aprendiz. Também, ressalta que “leva tempo para se aprender habilidades necessárias. O que pode ser eliminado são os métodos ineficientes e cheios de desperdícios” (Papert, 1985, p. 141), mencionando que é necessário tempo para buscar erros e soluções, bem como para desenvolver uma boa estratégia de resolução de problemas.

Compartilhamos da observação de Papert (2008, p. 174) acerca da aplicação de novos conceitos, ferramentas ou tecnologias, concordando que “o tempo e o amadurecimento de concepções são, em geral, necessários antes que a ideia de usar uma nova tecnologia para fazer algo que nunca foi feito possa ser até mesmo concebida.” O autor ainda afirma que

gastar tempo não tensionado com um problema resulta em conhecê-lo e, por meio disso, a pessoa melhora sua capacidade de lidar com problemas semelhantes. Não é usar a regra que resolve o problema; é pensar sobre o problema que promove a aprendizagem (Papert, 2008, p. 90).

Papert (2008, p. 92) conclui que “Dar-se tempo a si mesmo é um princípio absurdamente óbvio, igualmente do domínio da heurística e da matemática.” Depois

de refletir acerca da importância do tempo, delimitamos o princípio do tempo em que a condução das atividades não deve priorizar resultados imediatos, pois o desenvolvimento no processo de aprendizagem é mais significativo do que o resultado final. Os processos devem envolver tentativas e erros, experimentação, apreciação dos erros e sua superação, além de respeitar a individualidade do aprendiz. Portanto, é essencial conceder a ele o tempo necessário para explorar, refletir e experimentar em torno do problema e suas possíveis soluções.

3.1.6. *Princípio do Espaço*

O *princípio do espaço* está vinculado às oportunidades proporcionadas pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Papert (1985; 2008) aborda questões relacionadas ao acesso a computadores na Educação e na sociedade em geral. Atualmente, o acesso a computadores e dispositivos eletrônicos que possibilitam experiências como as descritas pelo autor em seus livros tornou-se mais viável. Apesar de o *princípio do espaço* não ser explicitamente vinculado a situações de aprendizagem, ele está implicitamente presente nos desejos do autor em questão em relação ao futuro nas possibilidades do processo de aprendizagem.

Nas décadas de 1980 e 1990, Seymour Papert imaginou que o acesso às tecnologias e o desenvolvimento de dispositivos de uso pessoal seriam mais acessíveis no futuro. De fato, sua previsão estava correta, mas ainda observamos aspectos socioeconômicos que dificultam o acesso a essas tecnologias. Como ele observa,

Desde que saber como usar um computador toma-se cada vez mais necessário para um bom desempenho- econômico e social, a posição dos menos privilegiados poderia piorar e o computador aumentaria exacerbadamente as diferenças de classe existentes (Papert, 1985, p. 43).

Papert (2008) menciona a vantagem do acesso à tecnologia em diferentes lugares e a possibilidade de se comunicar com pessoas através das TDIC quando relata

Por experiência própria, sei o que é ter a vida intelectual transformada, mais de uma vez, pelo uso dos computadores. Além de mudanças intelectualmente mais profundas, meus hábitos de escrita mudaram porque levo um computador em aviões, no carro, para o gramado ou para o banheiro; meus hábitos de comunicação também mudaram em

consequência de tantos colegas e amigos manterem-se em contato por meio do correio eletrônico. Papert (2008, p. 49)

O acesso à internet oferece uma vasta gama de conteúdos e informações que impactam significativamente o processo de aprendizagem. Diante disso, hoje, o aprendiz não está mais limitado ao ambiente escolar para aprender; agora, ele pode buscar informações em diferentes plataformas e em qualquer lugar, desde que tenha acesso às TDIC.

O *princípio do espaço* está permeado de possibilidades, mas há um aspecto negativo deste princípio, a questão do acesso às TDIC pode ser determinante. Papert (2008, p. 207) já alertava que

Seria doloroso olhar para um futuro em que apenas algumas pessoas teriam acesso a maravilhosas redes de conhecimento, enquanto outras seriam excluídas; ou constatar que a Educação tornou-se, até mesmo mais do que no passado, um ambiente fértil para a intolerância e o ódio.

Papert (1985) também demonstra preocupação com a forma como o computador será utilizado, segundo ele “O obstáculo para o crescimento de culturas de computador populares é cultural, por exemplo, o desencontro entre a cultura computacional inserida nas máquinas de hoje e as culturas dos lares onde eles penetrarão” (Papert, 1985, p. 218). O *princípio do espaço* é algo muito relevante, desde que o acesso às TDIC seja feito de forma adequada, preocupando-se em buscar fontes confiáveis e evitar a disseminação de *fake news*. Garantir que as crianças aprendam a navegar no ambiente digital de forma crítica e consciente é essencial para que o uso das tecnologias contribua de maneira positiva para o seu aprendizado.

3.1.7. Princípio da Exploração

O *princípio da exploração* está relacionado com a descoberta, conforme afirmação de Papert (1985, p. 166), “os alunos que trabalham nesses ambientes certamente descobrem fatos, fazem generalizações de proposições, e aprendem habilidades”. Papert (1985; 2008) afirma que devemos utilizar nossas habilidades e estratégias heurísticas na resolução de problemas e, assim, realizar a investigação através da exploração. Sobre a exploração em atividades de programação, ele conclui que “A atividade é tão variada, tão rica em descoberta, que mesmo no primeiro dia de programação o estudante pode fazer algo que é novo e excitante para o próprio professor” (Papert, 1985, p. 166).

Quando Seymour Papert aborda a matemática, ele a relaciona com o processo de aprendizagem da mesma forma como a heurística se relaciona com a resolução de problemas. Dessa forma, concluímos que é essencial incentivar o uso de estratégias de resolução de problemas e heurísticas, estimulando o aprendiz a buscar, em situações familiares, elementos já conhecidos e interessantes que possam ser aplicados na resolução de novos problemas.

Outra característica do *princípio da exploração* é a questão da modularidade, conforme Papert (1985, p. 205) “quando o conhecimento pode ser separado em ‘pedaços do tamanho da mente’, ele é mais comunicável, mais assimilável, mais fácil de ser construído”. Seymour Papert relata em diversas experiências que dividir um problema em partes menores torna as partes pequenas o suficiente para que cada uma contenha apenas um *bug*, que pode ser depurado com mais clareza quando isolado. É fundamental também considerar a composição das soluções após resolver os problemas menores, garantindo que a integração faça sentido.

3.1.8. Princípio da Conexão

Papert (1985) apresenta o princípio da continuidade, que optamos por denominar de *princípio da conexão*, pois não necessariamente indica uma continuação, mas sim a capacidade de fazer conexões com conhecimentos prévios para enriquecer o processo de aprendizagem. O autor acentua que “a matemática deve ter relação de continuidade com o conhecimento pessoal estabelecido de cada um, de onde possa herdar um sentido de afeição e valor bem como competência ‘cognitiva’” (Papert, 1985, p. 76).

Depreendemos que a expressão que melhor ilustra o *princípio da conexão* é aquela em que Papert (1985, p. 156) assevera que devemos “entender o novo associando-o com o velho”. A capacidade de realizar as conexões, segundo o autor, desperta o interesse e traz “a confiança e a habilidade necessária para aprender como aplicar esse princípio em situações como a maioria das que ocorrem na matemática escolar, onde as similaridades são menos evidentes” (Papert, 1985, p. 89). Além do mais, reforça que devemos realizar as conexões citando o princípio matemático “relacione a novidade a ser aprendida com alguma coisa que você já sabe” (Papert, 1985, p. 148).

3.1.9. Princípio da Diversão

“Brinque de Tartaruga. Ponha-se no lugar dela” (Papert, 1985, p. 88). Assim como na citação anterior, ao longo das narrativas sobre as experiências das crianças com a programação na linguagem Logo, Seymour Papert ressalta o aspecto lúdico e divertido. Um exemplo é observado, pelo autor, no seguinte cenário: quando programam “as crianças precisam fazer muitas explorações antes de poder dominar o significado dos números. Mas a tarefa é entusiasmante o suficiente para conduzir as crianças através desse processo de aprendizagem” (Papert, 1985, p. 27). Ele fala diretamente sobre diversão quando menciona que na programação Logo “Para a maioria das crianças, esses números têm que ser explorados, e fazer isso é um processo cheio de prazer e divertimento” (Papert, 1985, p. 79).

Seymour Papert utiliza a brincadeira como forte aliada no processo de aprendizagem, argumentando que o aprendiz deve fazer algo com o novo conceito, como realizar uma construção ou brincar com a “coisa nova”. Ainda quando focaliza especificamente sobre a relação entre o brincar e a matemática, Papert (2008, p. 91) menciona

O que é matemática aqui é a mudança de foco do pensar se as próprias regras são eficazes na aplicação imediata, para procurar explicações múltiplas do modo como trabalhar com as regras pode contribuir, a longo prazo, para a aprendizagem. Para salientar o argumento de uma forma certamente exagerada, sugiro que qualquer tipo de “brincar com problemas” melhorará as competências subjacentes a sua solução.

Quando exploramos as passagens nos livros de Papert (1985; 2008) que abordam temas como brincar, divertir-se e realizar atividades prazerosas e satisfatórias, deparamo-nos com diversas situações associadas à aprendizagem, como em “mais significativo é o fato de que ela apropriou-se dele por meio de uma brincadeira ligando matemática e humor” (Papert, 2008, p. 122). As crianças são frequentemente retratadas em situações se divertindo e brincando, contribuindo para a criação de um ambiente de aprendizagem descontraído e alegre, no qual a satisfação pelas conquistas é perceptível.

3.1.10. Princípio da Comunicação

A comunicação possui notáveis características matemáticas. Para a aprendizagem, é fundamental a capacidade de expressar ideias e interpretar o

que nos é comunicado, “um componente importante para nos tornarmos bons aprendizes é aprender como expandir as fronteiras daquilo que podemos expressar com palavras” (Papert, 1985, p. 121). Sobre a expressão do conhecimento através de diferentes linguagens, Papert (1985, p. 218) afirma que “ao desenvolver linguagens expressivas para falar sobre o processo e ao reformular velhos conhecimentos em termos dessas novas linguagens, podemos ter esperança de tornar transparentes as barreiras que separam as disciplinas”, indicando que a expressão de conhecimento em diferentes linguagens evidencia nossa capacidade de superar a fragmentação do conhecimento, constituindo um forte indício de aprendizagem.

Todavia, comunicar o conhecimento em diferentes linguagens não é algo trivial, a comunicação está relacionada à estruturação do pensamento. Papert (1985, p. 214) ressalta que o Logo foi desenvolvido para que o “pensamento estruturado se torne poderoso, transmitimos um estilo cognitivo do qual um dos aspectos é facilitar a conversa sobre o processo de pensamento”. Portanto, a comunicação ocorre durante a experiência com programação de computadores, pois “o computador é usado como um meio de se expressar matematicamente, o que nos permite elaborar tópicos que as crianças aprendam facilmente e que sejam significativos e coerentes com seu interesse pessoal” (Papert, 1985, p. 75) e “aprender a comunicar-se com um computador pode mudar a maneira como outras aprendizagens acontecem” (Papert, 1985, p. 18).

A comunicação permite romper barreiras não apenas relativas à forma de pensar, mas também culturais como Papert (2008, p. 59) descreve numa situação em que meninos com diferentes tipos de habilidades “sentiram como é comunicar-se um com o outro transpondo uma barreira cultural.”

O diálogo aproxima as pessoas e favorece o compartilhamento de ideias. Papert (1985; 2008) detalha situações em que o diálogo trouxe diferentes e boas teorias e ideias para a resolução de problemas e afirma que as “crianças desejam se reunir com outras envolvidas em atividades semelhantes porque elas têm muito sobre o que conversar” (Papert, 1985, p. 214).

3.1.11. *Princípio da Valorização do Erro*

Uma grande preocupação trazida por Papert (1985, p. 141) refere-se ao fato de que a escola “ensina que errar é mau; a última coisa que alguém deseja fazer é examinar esses erros, deter-se neles ou mesmo pensá-los.” E defende que

Os erros são benéficos porque nos levam a estudar o que aconteceu, a entender o que aconteceu de errado e, através do entendimento, a corrigi-los. A experiência com a programação do computador leva as crianças a “acreditar” no debugging de maneira mais efetiva do que qualquer outra atividade (Papert, 1985, p. 141).

O *princípio da valorização do erro* é importante porque influencia a relação do aprendiz com o erro. Nas palavras de Papert (1985), “a finalidade de trabalhar no problema não é ‘chegar a uma resposta correta’, mas captar, com sensibilidade, o conflito entre diferentes modos de pensar, ou entre a análise intuitiva e a formal” (Papert, 1985, p. 176). Papert (1985, p. 215) aponta que “Os *bugs* dos alunos tornam-se tópicos de conversas; disto resulta o desenvolvimento de uma linguagem articulada e focalizada”. Portanto, a postura do aprendiz em relação ao erro deve ser otimista, visto que, conforme afirma Papert (2008), os erros são fontes de informações.

3.1.12. *Princípio da Interação e Mediação*

A programação no ambiente Logo “enriquece e facilita a interação entre todos os participantes e oferece oportunidades para relações de ensino mais articuladas, efetivas e honestas” (Papert, 1985, p. 215). Uma característica matética que observamos nas narrativas de Seymour Papert é que o aprendiz deve receber apoio enquanto constrói suas estruturas intelectuais no micromundo, utilizando as ferramentas à sua disposição, o conhecimento e a cultura que o circunda. “Os alunos que trabalham nesses ambientes certamente descobrem fatos, fazem generalizações de proposições, e aprendem habilidades” (Papert, 1985, p. 166).

Papert (1985, p. 122) faz uma afirmação muito significativa em relação à forma como a criança desenvolve o pensamento científico, “se pudermos encontrar um lugar honesto para o pensamento científico nas atividades que a criança sente como importantes e pessoais, estaremos abrindo as portas para um padrão de aprendizagem mais coerente e sintônico”. Isso quer dizer que o

aprendiz precisa investigar, buscar ideias, estratégias e inventar, colocando-se de forma legítima no papel de cientista, baseando-se menos em fatos e explicações e mais em investigação e inventividade. Afinal, “ao se desenvolver com alguns teoremas bastante poderosos, podemos vir a apreciar como certas ideias podem ser usadas como ferramentas com as quais podemos pensar ao longo da vida” (Papert, 1985, p.102).

Reforçamos a existência do *princípio da interação e mediação* diante da afirmação: “adultos mateticamente sofisticados usam certas metáforas ao falar sobre importantes experiências de aprendizagem. Eles falam em vir a conhecer (*getting to know*) uma idéia, explorar uma área de conhecimento, e adquirir sensibilidade para discriminar sutilezas que há pouco pareciam impossíveis de se notar” (Papert, 1985, p. 166).

3.1.13. Princípio da Reflexão

O *princípio da reflexão* consiste em refletir sobre o próprio processo de aprendizagem, pensar sobre a própria forma de pensar e refletir sobre como aprendemos. O paradoxo matético consiste na habilidade do aprendiz refletir sobre o próprio pensamento como afirma Papert (1985), “o modo como pensamos o conhecimento afeta o modo como pensamos sobre nós mesmos” (Papert, 1985, p. 204).

Papert (1985, p. 45) observa nas atividades de programação com a tartaruga Logo que “à medida que as crianças progridem, passam a programar o computador para tomar decisões mais complexas e acabam engajando-se na reflexão de aspectos mais complexos de seu próprio pensamento”. Quanto à reflexão sobre nosso pensamento e aprendizagem, Papert (1985, p. 141) afirma que “podemos aprender mais, e mais rapidamente, tendo controle consciente do processo de aprendizagem, e articulando e analisando nosso comportamento”.

Diante da reflexão sobre nosso comportamento e aprendizagem, conforme destacado por Papert (1985, 2008), percebemos a importância do controle consciente do processo de aprendizagem. Essa abordagem consciente e reflexiva contribui para compreensão dos processos mentais envolvidos no ato de aprender, consolidando assim a capacidade de adquirir conhecimento de maneira mais efetiva.

3.1.14. Sistematização dos princípios matéticos

Após a apresentação, procedemos à organização do Quadro 3 que fornece a síntese dos princípios matéticos propostos na pesquisa.

Princípio Matético	Síntese
Princípio Pessoal	Os projetos devem ter significado pessoal e justificar o esforço investido; os conteúdos envolvidos no desenvolvimento de projetos devem possuir relevância pessoal.
Princípio Social	Os projetos devem ter valor social, propiciando integração social e cultural.
Princípio do Poder	O aprendiz deve reconhecer-se como parte fundamental no desenvolvimento do projeto.
Princípio do Micromundo	O ambiente de aprendizagem deve proporcionar ao aprendiz um contexto com experiências familiares, em que a expressão e teste de ideias ocorram de forma natural nos temas abordados. Além disso, é importante o estímulo à construção de artefatos que possam ser apresentados e discutidos.
Princípio do Tempo	A condução do projeto não deve visar resultados imediatos, uma vez que o processo de desenvolvimento possui mais importância do que o resultado final. Deve incluir tentativas e erros, experimentação, valorização dos erros e sua superação, além de respeitar a individualidade. Assim, é fundamental proporcionar ao aprendiz tempo para explorar, refletir e experimentar em torno do problema e suas possíveis soluções.
Princípio do Espaço	O processo de aprendizagem não está limitado ao ambiente escolar físico, podendo ocorrer em qualquer lugar, com o auxílio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).
Princípio da Exploração	O uso de estratégias de resolução de problemas e heurísticas deve ser incentivado, para que o aprendiz divida o problema em problemas menores e busque em situações familiares algo já conhecido e interessante, que possa ser aplicado na resolução de novos problemas.
Princípio da Conexão	A promoção da busca por conexões entre a nova informação a ser aprendida e outros conhecimentos ou ideias já assimiladas desperta o interesse do aprendiz.
Princípio da Diversão	O aprendiz deve ser encorajado a apropriar-se da novidade, seja ela um conteúdo ou experiência, tornando-a sua: explorando, brincando e construindo algo novo a partir dela. O processo de conhecer e descobrir deve ser uma atividade divertida e prazerosa.
Princípio da Comunicação	O ambiente deve favorecer e valorizar a expressão livre do pensamento, promovendo a discussão de ideias por meio de diversos canais de comunicação e diálogo. Esses canais devem demandar diferentes formas de estruturação do pensamento para serem comunicadas.
Princípio da Valorização do Erro	Reconhecer erros é uma parte essencial do processo criativo e de aprendizagem. Portanto, o ambiente deve propiciar a ocorrência, identificação e correção de erros, eliminando a dicotomia entre certo-errado ou saber versus não saber.
Princípio da Interação e Mediação	Valorizar, incentivar e aplicar a intuição, atitude, respeito, honestidade, autonomia, colaboração e emancipação são práticas importantes para a aprendizagem. O ambiente deve centrar-se menos em fatos e explicações e mais em investigação e inventividade.
Princípio da Reflexão	A reflexão acerca do próprio processo de aprendizagem é essencial para aprimorá-lo e torná-lo mais eficiente. Identificar estratégias eficazes, compreender os desafios enfrentados e buscar constantemente

Princípio Matético	Síntese
	maneiras de otimizar o processo são passos cruciais para o processo de aprendizagem.

Quadro 3 - Síntese dos princípios matéticos

Fonte: Sistematizados pela autora

Com base nos estudos, compreendemos que esses princípios têm como objetivo criar um ambiente de aprendizagem que concede ao aprendiz um papel central em seus processos de aprendizagem, promovendo o desenvolvimento da autonomia e da capacidade crítica, além das particularidades indicadas em cada um.

3.2. Princípios matéticos e pensamento computacional

Seymour Papert introduziu a ideia de utilizar computadores pessoais como ferramentas de aprendizagem, trazendo uma nova perspectiva para a Educação. Inspirados por seus trabalhos e pelos estudos do conceito de matética, desenvolvemos uma pesquisa de campo fundamentada nas experiências de Papert (1985, 2008). Portanto, os dados foram produzidos durante uma experiência em que crianças desenvolveram projetos de programação. Simultaneamente, realizamos a sistematização dos princípios matéticos em consonância com a teoria de Seymour Papert.

Esta pesquisa buscou ***Compreender como os princípios matéticos se manifestam em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação***. Por isso, consideramos importante destacar as convergências entre esses princípios e o pensamento computacional, já que as atividades de programação ocorreram em um ambiente que utiliza o computador como ferramenta de aprendizagem.

Para identificar essas convergências, utilizamos a definição de pensamento computacional que adota os quatro pilares desse conceito (Maltempi, 2024) e as possibilidades pedagógicas indicadas por Gadanidis *et al.* (2016). Organizamos algumas ideias de convergência nos Quadros 4 e 5 a seguir, que destacam os aspectos do pensamento computacional, associando algumas aproximações com os princípios matéticos que sistematizamos. O objetivo do estudo foi apontar convergências para criar um ambiente propício à aprendizagem através da programação.

Quatro pilares do pensamento computacional	Princípios matéticos
Decomposição	Exploração Valorização do Erro Interação e Mediação
Reconhecimento de padrões	Exploração Conexão Valorização do Erro Interação e Mediação Reflexão
Abstração	Micromundo Tempo Exploração Comunicação Valorização do Erro Interação e Mediação Reflexão
Algoritmos	Comunicação Valorização do Erro Interação e Mediação Reflexão

Quadro 4 - Aproximações dos quatro pilares (Maltempi, 2024) com os princípios matéticos
Fonte: Sistematizado pela autora

Possibilidades do pensamento computacional	Princípios matéticos
Piso baixo, teto alto	Pessoal Poder Diversão Interação e Mediação
Abstração e automação	Micromundo Tempo Exploração Comunicação Valorização do Erro Interação e Mediação Reflexão
Modelagem dinâmica	Micromundo Tempo Exploração Diversão Valorização do Erro Interação e Mediação

Possibilidades do pensamento computacional	Princípios matéticos
Sensação tangível	Micromundo Exploração Diversão Interação e Mediação
Surpresa conceitual	Exploração Diversão Interação e Mediação Reflexão
Paredes largas	Pessoal Social Espaço Conexão Diversão Comunicação Interação e Mediação
Agência	Pessoal Poder Tempo Conexão Diversão Interação e Mediação Reflexão

Quadro 5 - Aproximações das possibilidades do pensamento computacional (Gadanidis *et al.*, 2016) com os princípios matéticos

Fonte: Sistematizado pela autora

Estruturamos os Quadros 4 e 5 com o pensamento computacional destacado na primeira coluna, analisando cada um dos aspectos que consideramos relevantes para o estudo e identificando suas correspondências com os princípios matéticos. Com base nas convergências observadas, apresentamos a seguir os resultados do estudo sobre as interseções entre os princípios matéticos e os elementos do pensamento computacional. Essa análise nos oferece um panorama que orientou as práticas no ambiente de aprendizagem e fundamentou a pesquisa.

3.2.1. Convergências do Princípio Pessoal

Como destacado por Maltempi e Valente (2000), os aprendizes se envolvem com os projetos de programação quando desenvolvem algo de seu interesse. No pensamento computacional, atividades de piso baixo e teto alto são propostas para que os aprendizes realizem e concluam projetos de acordo

com seus conhecimentos, tanto em programação, quanto em relação ao tema escolhido. Papert (1985; 2008) considera que o aprendiz é quem está mais apto para identificar suas necessidades e vontades do que qualquer outra pessoa. Silva (2023) destaca que a incorporação da cultura computacional na Educação Básica em ambientes de aprendizagem visa integrar essa cultura tanto na formação dos estudantes quanto em sua vida cotidiana.

Ao criar algo de interesse pessoal, o esforço nessa busca por conhecimento ocorre de maneira mais fluida e direcionada, evidenciando a importância da motivação pessoal intrínseca no processo de aprendizagem. Quando adquirem confiança em relação aos projetos que desenvolvem, os aprendizes se sentem no controle e os desenvolvem de acordo com os interesses pessoais, como ressaltam Gadanidis *et al.* (2016).

Ao desenvolverem seus próprios programas, os aprendizes buscam informações sobre programação em diversas plataformas, aproveitando as ‘paredes largas’ que as comunidades de programação oferecem. Quando enfrentam desafios, procuram soluções para seus problemas utilizando plataformas em que podem encontrar situações do interesse ou semelhantes ao que desejam desenvolver.

3.2.2. Convergências do Princípio Social

Azevedo (2022) destaca a relevância da dimensão social do construcionismo em sua pesquisa, na qual orientou projetos de programação de seus alunos no desenvolvimento de jogos destinados a atender às necessidades de pacientes diagnosticados com Parkinson. Nesse contexto, o autor ressalta que a dimensão social

[...] integra as atividades didático-pedagógicas e tecnológicas à realidade da própria experiência e vivência do aprendiz. Essa dimensão considera atributos culturais, imagéticos e históricos dos sujeitos. Ao prestigiar o lugar de fala e os desafios que se circunscrevem no ambiente de aprendizagem, os estudantes são reconhecidos como sujeitos histórico-culturais e a sua leitura de mundo é vista como ponto fulcral à Formação em Matemática (Azevedo, 2022, p. 42).

Resnick (2020) frisa a pertinência do princípio social ao exemplificar que, quer seja em clubes de programação ou em comunidades *online*, os aprendizes procuram por projetos semelhantes aos seus para abordar desafios, melhorar

programas e trocar ideias. Em algumas situações, eles encontram pessoas com interesses comuns, iniciando colaborações em projetos que demandam esforços significativos. Isso evidencia a motivação intrínseca e o comprometimento dos aprendizes quando estão envolvidos em atividades alinhadas aos seus interesses.

3.2.3. Convergências do Princípio do Poder

O aprendiz desempenha um papel fundamental no projeto, sendo crucial que ele perceba que a configuração daquilo que está desenvolvendo ocorre exclusivamente através de sua participação ativa. Ao propor atividades de programação com a possibilidade do pensamento computacional de ' piso baixo' e 'teto alto', os aprendizes têm a oportunidade de criar projetos de acordo com suas habilidades computacionais, começando com tarefas mais simples e progredindo para desafios mais complexos ao longo do tempo.

Referindo-se a uma situação em que fica evidente o princípio do poder, Azevedo (2022) afirma que

[...] trabalhar com os conteúdos curriculares de Matemática de forma intuitiva à formalização, na produção de eletrônicos, preconizando o incentivo constante do protagonismo e autonomia, os estudantes desenvolvem a capacidade de expressar e argumentar matematicamente e criar significados para o que produzem (Azevedo, 2022, p. 174).

Quando o aprendiz adquire a capacidade de utilizar estratégias e habilidades computacionais para resolver problemas, criar soluções e significados para o que desenvolve, ele se torna um agente ativo em seu próprio processo de aprendizagem. A agência no pensamento computacional está relacionada com a capacidade do aprendiz de utilizar estratégias e habilidades associadas à computação para resolver problemas, criar soluções e compreender o mundo. Quando o aprendiz desenvolve essa capacidade, ele se sente essencial para o desenvolvimento do projeto.

3.2.4. Convergências do Princípio do Micromundo

O micromundo proporciona espaço para explorar alternativas, transcendendo a dicotomia entre certo e errado. Utilizando nossa habilidade e criatividade, podemos não apenas empregar as ferramentas existentes, mas

também criar novas, ampliando as possibilidades de projetos, expressão e resolução de problemas. Segundo Papert (1985, p. 206),

Colocamos nossas habilidades e estratégias heurísticas em uma espécie de caixa de ferramentas — e enquanto a interação deles pode, com o passar do tempo, dar origem a mudanças globais, o ato de aprender, em si mesmo, é um evento local.

As características da abstração, automação, modelagem dinâmica e sensação tangível nos capacitam a agir como bricoleiros, explorando as ferramentas disponíveis em nosso micromundo para desenvolver projetos e solucionar problemas. Conforme abordado por Wing (2006), no processo de abstração, escolhemos uma representação adequada para o problema e utilizamos as ferramentas disponíveis para tratá-lo e buscar soluções. Essa abordagem reflete a capacidade do pensamento computacional em proporcionar ferramentas para buscarmos diferentes formas de resolver problemas.

Gadanidis *et al.* (2016, p. 89, tradução nossa) consideram a abstração “como uma ferramenta que ajuda os alunos a descrever e a se engajar com problemas e relações complexas, reduzindo informações e detalhes”. Já a modelagem dinâmica permite que o aprendiz visualize as modificações que realiza no código, possibilitando que empregue e altere as ferramentas disponíveis em seu micromundo para observar sua influência no conjunto. A sensação tangível viabilizada pelas representações físicas e interativas através de circuitos, robôs e outras ferramentas que constituem o micromundo complementam as ideias de bricolagem anteriormente apresentadas. Essas abordagens põem em relevo a importância desses elementos do pensamento computacional como ferramentas facilitadoras na compreensão e resolução de problemas, favorecendo o processo de aprendizagem.

3.2.5. Convergências do Princípio do Tempo

Dar-se tempo a si mesmo é um princípio absurdamente óbvio, igualmente do domínio da heurística e da matemática. Entretanto, a Escola flagrantemente o transgredir por suas maneiras de retalhar o tempo: “Peguem seus livros... resolvam 10 problemas no final do Capítulo 18... triiin... o sinal tocou, fechem seus livros”. Imagine um executivo, um neurocirurgião ou um cientista que tivesse que trabalhar com uma agenda tão fragmentada (Papert, 2008, p. 92).

Conforme destaca Papert (2008), a fragmentação do tempo na escola pode representar um obstáculo para o processo de aprendizagem. A alocação

limitada de tempo para as atividades pode ter repercussões negativas, impedindo que o aprendiz disponha do tempo necessário para explorar as ferramentas à sua disposição e desenvolver ideias mais elaboradas na resolução de problemas. Segundo Papert (2008), a investigação requer um tempo adequado para que os aprendizes possam utilizar suas habilidades heurísticas, refletir e experimentar de maneira mais profunda.

O tempo desempenha um papel fundamental no envolvimento do aprendiz com os projetos que desenvolve, haja vista que possibilita a experimentação variada na elaboração de seus projetos e a exploração das ferramentas disponíveis. O aprendiz, ao dispor de tempo adequado, sente-se mais no controle do processo, capaz de identificar familiaridades, investigar, buscar novas ferramentas e refletir sobre todo o desenvolvimento, com menos preocupação com o resultado final.

3.2.6. Convergências do Princípio do Espaço

Como discutimos anteriormente, o princípio do espaço foi abordado por Papert (2008) de maneira um pouco diferente da nossa perspectiva, quando ele menciona as possibilidades oferecidas pelo uso de um computador portátil. O autor destaca a situação em que é possível esclarecer ideias devido à disponibilidade de computadores ao alcance em praticamente todos os momentos. Acreditamos que, se ele tivesse vivido a realidade atual, consideraria mais possibilidades de interação além dos limites físicos, de uma forma um pouco distinta da que ele apresentou

Atualmente, os aprendizes não se limitam ao espaço escolar para ter acesso às tecnologias e aos programas. Apesar do acesso global ainda ser questionável, parte da população tem acesso a celulares, *tablets* e tecnologias que permitem a comunicação e o uso de ferramentas em diferentes lugares. Resnick (2020) destaca situações em que as pessoas, por meio de plataformas *online*, clubes de programação e fóruns, programam em diferentes espaços, enriquecendo assim o processo de aprendizagem por meio de interações em locais distintos.

A liberdade para desenvolver projetos em diversos espaços e a habilidade de se comunicar com pessoas de diferentes locais em busca de ideias e

soluções para problemas convergem com os conceitos de agência e "paredes largas" do pensamento computacional. Os aprendizes podem se sentir no comando e desenvolver seus projetos de forma autônoma quando se encontram fora do ambiente escolar, buscando informações em diferentes localidades e acessando informações e colaborações que anteriormente eram fisicamente inalcançáveis, graças à disponibilidade das TDIC. Sem o acesso às TDIC em diferentes lugares, o aprendiz ficaria limitado em relação ao espaço e ao tempo disponível para desenvolver seus projetos.

3.2.7. Convergências do Princípio da Exploração

O princípio da exploração envolve a aplicação de estratégias de resolução de problemas e heurísticas. Polya (2006) delineou o processo de resolução de problemas em quatro etapas: compreensão do problema; construção de uma estratégia de resolução; execução da estratégia; e revisão da solução.

A promoção do pensamento computacional envolve habilidades que estão em consonância com as etapas concebidas por Polya (2006). Ao seguir essas etapas, observamos que o aprendiz pode realizar abstrações e automações de diversas maneiras, elaborar algoritmos, decompor o problema em partes menores, reconhecer padrões e identificar familiaridade com aquilo que já conhece, explorar o problema por meio da modelagem dinâmica e da sensação tangível, além de se deparar com surpresas conceituais ao longo do processo que proporcionam reflexões que podem facilitar a compreensão e resolução do problema. Podemos, assim, observar possibilidades do pensamento computacional associadas ao princípio da exploração.

3.2.8. Convergências do Princípio da Conexão

O princípio da conexão destaca a habilidade do aprendiz em analisar a situação em desenvolvimento e identificar semelhanças com o que já conhece. Isso implica na capacidade de reconhecer padrões e associar o novo ao familiar. Quando explora ideias através das 'paredes largas', é importante que o aprendiz perceba a conexão entre o problema que deseja solucionar e as possibilidades que têm à disposição. Para alcançar essa percepção e proceder a identificação de conexões familiares, o aprendiz necessita desenvolver agência para tomar

decisões e ter autonomia para refletir sobre seus conhecimentos prévios, sugestões apresentadas e reconhecer as aproximações das novas informações como algo relacionado ao seu problema.

O pensamento computacional está intrinsecamente ligado à resolução de problemas, como destacado por Navarro (2021). A autora afirma que

[...] um problema cria uma espécie de relação dialética entre o conhecimento que se tem e quais conhecimentos ou funções psíquicas e afetivas precisam ser mobilizadas para se resolver uma situação problema no bojo de uma conjuntura sociocultural (Navarro, 2021, p. 111).

Azevedo (2022, p. 135) reconhece que o desenvolvimento de atividades computacionais com estudantes deve “privilegiar o seu conhecimento prévio de modo a incentivá-lo a construir significados e estabelecer conexões de conhecimento mediante as múltiplas linguagens e simbologias”. Nesse sentido, o desenvolvimento do pensamento computacional está associado à capacidade de utilizar o conhecimento existente e fazer conexões.

3.2.9. *Convergências do Princípio da Diversão*

Papert (1985, p. 148) apresenta o princípio matético "tome a coisa nova e torne-a sua: faça alguma coisa nova com ela, brinque com ela, construa com ela". O brincar promove a interação ativa do aprendiz com o que está desenvolvendo, e essa interação pode se estender a outras pessoas, especialmente quando consideramos as ‘paredes largas’. Resnick (2020, p. 122) associa o pensamento a algumas características que destacamos no princípio da diversão:

Muitas vezes, o pensamento é integrado ao fazer no contexto de interagir, brincar, criar coisas, e a maioria dos pensamentos é feita em conexão com outras pessoas, compartilhamos ideias, obtemos reações, complementamos as ideias delas.

A agência é importante para o princípio da diversão, pois o aprendiz se sente no controle para realizar construções com o novo. As construções podem assumir diversas formas e, por meio da modelagem dinâmica, o aprendiz pode se divertir alterando parâmetros e observando os resultados. A surpresa conceitual pode trazer sensações de prazer e diversão, e a sensação tangível proporciona formas diferentes para estas construções e divertimento.

3.2.10. Convergências do Princípio da Comunicação

A ideia de nos comunicarmos por meio de diferentes formas e linguagens é intrínseca ao princípio da comunicação. Navarro (2021, p. 140) considera que “o pensamento computacional se consolida, conceitualmente, por intermédio de relações interfuncionais entre pensamento e linguagem”. Quando busca a conceitualização do pensamento computacional para a Educação Matemática, a autora compreende que o pensamento pode ser expresso de diferentes formas, sintetizando que

[...] o pensamento pode ser depreendido como uma prática sociocultural materializada no corpo/movimento cinestésico, a partir de gestos, ações motoras etc. Como também, na aplicação de signos, como a palavra, símbolos matemáticos ou geométricos, oralidade etc., e no uso de instrumentos culturais, como computadores, calculadoras, ábacos etc. (Navarro, 2021, p. 118).

Silva (2023, p. 80) esclarece que o algoritmo, pilar do pensamento computacional,

[...] é construído com a adoção de termos e expressões, com a compreensão das palavras que os compõem possuem significados mediadores entre a estrutura externa palavra-objeto, em um primeiro momento de contato do indivíduo com o algoritmo. Neste momento, é que ele se familiarizará com o objeto, com a estrutura do algoritmo. Posteriormente, as palavras se converterão em uma estrutura simbólica a ser apropriada, pelo indivíduo, a fim de se comunicar e realizar atos que requerem a definição prática de conceitos, necessária à construção do algoritmo.

Azevedo (2022) afirma que o uso da linguagem de programação é uma ferramenta com a qual o estudante pode expressar seus pensamentos e construir conhecimento ao criar novas coisas. O autor também destaca a importância de um contexto que favoreça o diálogo e a liberdade de expressão coletiva de conteúdos matemáticos entre os estudantes e o professor.

O pensamento computacional, portanto, possibilita diversas formas de comunicação, pois, através desenvolvimento de algoritmos, o aprendiz pode expressar suas ideias por meio de uma linguagem de programação. Para isso, é necessário que ele consiga realizar abstrações e estruturar seu pensamento de diferentes formas para comunicar o que deseja recorrendo a diferentes linguagens e formas de expressão.

A promoção de diferentes canais para a comunicação, a expressão e o diálogo são muito importantes no princípio da comunicação. Dessa forma, as

‘paredes largas’ possibilitam que os aprendizes se envolvam em experiências de comunicação variadas, seja por meio da linguagem de programação, da expressão visual, da utilização de outros idiomas ou de outras formas de comunicação.

3.2.11. Convergências do Princípio da Valorização do Erro

Papert (1985) aborda questões relativas ao erro quando uma criança programa o computador; em uma delas menciona que “no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de debugging é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa” (Papert, 1985, p. 85). Sua visão assinala a importância de não criticar o erro, mas encará-lo como uma oportunidade de aprendizado. Ao cometer erros, é essencial superar a dicotomia do certo ou errado, investigar as causas dos equívocos e analisar por que algo não está funcionando conforme o esperado. O aprendiz deve concentrar-se em identificar e corrigir as partes do processo, abordando cada erro de forma isolada para uma resolução eficaz. Nesse sentido, Resnick (2020) relata uma situação que focaliza a boa relação que *EsmeraldDragon*, uma criança acostumada a programar, tem com o erro:

Muitas crianças ficam desmotivadas ou frustradas quando não conseguem fazer com que algo dê certo logo na primeira vez. Não é o caso de EmeraldDragon. Ela não tinha medo de errar. Para ela, os erros faziam parte do processo (Resnick, 2020, p. 173)

O pensamento computacional promove atitudes e desenvolve habilidades nos aprendizes que transformam a perspectiva do erro em algo benéfico e incentiva os aprendizes a adotarem a decomposição ao expressarem algoritmos, analisando cada parte para identificar possíveis erros e realizar o processo de *debugging*. Além disso, fomenta a habilidade de reconhecer padrões e aplicar soluções aprendidas anteriormente para resolver *bugs* semelhantes. O processo de abstração também desempenha um papel significativo na identificação de erros, ao considerar a diferença entre o que foi idealizado e o que foi obtido durante a programação. A modelagem dinâmica contribui para reconhecer discrepâncias entre o resultado esperado e o obtido, facilitando o processo de correção. Portanto, podemos reconhecer muitos aspectos do pensamento computacional relacionados a uma postura positiva do aprendiz em relação aos erros.

3.2.12. Convergências do Princípio da Interação e Mediação

O princípio da interação e mediação incentiva o aprendiz a explorar genuinamente suas ideias em suas construções e na resolução de problemas, empreender métodos pessoais e cultivar estilos individuais de aprendizado, podendo se comportar de forma autêntica. Dessa maneira, sem se preocupar com fatos e explicações, o aprendiz pode se concentrar no próprio processo de aprendizagem e descobertas de forma investigativa e criativa.

Wing (2014) utiliza o termo "pensamento computacional" como uma abreviação de "pensar como um cientista da computação". Quanto à relevância do pensamento computacional, Navarro (2021, p. 22) afirma que

A maioria dos estudantes quando crescerem não irão necessariamente se tornar programadores ou profissionais em Computação, mas deverão ter a capacidade de pensar de uma forma criativa, com pensamento estruturado e de trabalhar em colaboração, independentemente de sua profissão futura.

A autora salienta os movimentos proporcionados pelo pensamento computacional na compreensão de uma situação-problema, incluindo interpretação de dados, classificação e ordenação para análise e síntese, bem como a formulação e sistematização de hipóteses por meio de diferentes linguagens e construção de modelos. Ao realizar esses movimentos, o aprendiz adota uma abordagem adequada à sua forma de fazer e ao seu processo pessoal, assemelhando-se a um cientista da computação ao programar, a um cozinheiro ao preparar uma refeição, a um coreógrafo ao criar passos de dança, ou a um matemático ao investigar um problema matemático, entre outras possibilidades.

3.2.13. Convergências do Princípio da Reflexão

Papert (1985) examina que crianças envolvidas em programação utilizavam os modelos concretos do computador como uma ferramenta para refletir sobre o próprio pensamento e aprender sobre o aprendizado, desenvolvendo habilidades comparáveis às de psicólogos e epistemólogos. Ele acentua que a reflexão sobre a programação da tartaruga no ambiente Logo dependia da compreensão de como as crianças realizavam as ações que desejavam que a tartaruga realizasse. Resnick (2020) propõe que o melhor

presente que podemos oferecer a uma criança é envolvê-la em conversas sobre nossos pensamentos. De acordo com o autor, quando ouvem suas reflexões, tornam-se mais abertas a refletir sobre seus pensamentos, pois “tornam-se mais abertas a refletir sobre seus próprios pensamentos e, assim, saberão melhor como fazer isso” (Resnick, 2020, p. 212).

Papert (2008) menciona a ciência como ‘conhecimento utilizado’, destacando que essa abordagem “permite maneiras mais ricas de pensar sobre o conhecimento do que uma epistemologia verdadeiro falso baseada na autoridade” (Papert, 2008, p. 173). O pensamento computacional proporciona essa experiência, permitindo que o conhecimento seja aplicado com um propósito específico. Quando os aprendizes aplicam seus conhecimentos, eles refletem não apenas sobre o que aprenderam, mas também sobre como aprendem e como podem pensar.

Ao longo desta seção, elaboramos as significativas aproximações entre os princípios matemáticos e o pensamento computacional, ressaltando as convergências entre esses conceitos importantes para a pesquisa. A seguir, apresentamos a metodologia de pesquisa adotada.

4. Metodologia

A investigação sobre como os princípios matéticos se manifestaram em um ambiente em que crianças desenvolveram projetos de programação se caracterizou como uma pesquisa qualitativa, pois envolveu a exploração, a interpretação e as percepções das experiências das crianças ao se engajarem nas práticas de programação.

Organizamos a pesquisa da seguinte maneira: a) delineamos a interação das crianças com ambiente de programação Scratch; b) analisamos a evolução de seus projetos; c) acompanhamos a utilização de blocos de programação e algoritmos; d) examinamos suas criações; e a partir dos registros realizados durante a pesquisa, e) identificamos a presença dos princípios matéticos após sistematizá-los e f) refletimos sobre como essa experiência contribuiu para a aprendizagem.

A pesquisa se caracterizou como qualitativa porque se concentrou em contextos específicos, revelando nuances e significados que não poderiam ser capturados por métodos quantitativos, oferecendo uma visão do desenvolvimento das crianças dentro desse ambiente fundamentado nos princípios matéticos. A pesquisa ocorreu no ambiente habitual das crianças, envolvendo a observação, conferindo-lhe características particulares da pesquisa qualitativa.

4.1. Constituição da pesquisa qualitativa

Na pesquisa qualitativa,

mencionamos procedimentos específicos, refletindo cuidadosamente o papel que o pesquisador desempenha no estudo, extraindo informações de uma lista de fonte de dados em constante expansão, usando protocolos específicos para registro dos dados, analisando as informações por meio de múltiplas etapas de análise e mencionando abordagens para documentar a integridade ou precisão metodológica – ou a validade – dos dados coletados (Creswell, 2021, p. 149).

A pesquisa interpretativa é classificada por Creswell (2021) como qualitativa, e nossa abordagem foi caracterizada como interpretativa, pois buscamos compreender como se manifestam os princípios matéticos quando crianças desenvolvem projetos de programação no Scratch.

Realizamos os encontros com crianças atendidas pelo Serviço de Atendimento à Mulher à Criança e ao Adolescente (Samuca) localizado no município de Pedreira – SP e o desenvolvimento dos projetos de programação se deu no ambiente natural das crianças, pois entendemos que o contexto em que a pesquisa ocorre pode influenciar nos resultados. Conforme observado por Bogdan e Biklen (1994, p. 48), pesquisadores qualitativos frequentemente acreditam que “ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência”. Nesse direcionamento, realizamos a observação participante que, como definem os autores, nos permite inserir informações obtidas por meio de nossas interações diretas com as crianças durante a produção de dados, conforme sugere a abordagem qualitativa proposta pelos autores referidos neste parágrafo.

A produção de dados envolveu o registro em áudio, diário de campo, fotografias e portfólios, este último contendo o registro dos projetos de programação desenvolvidos pelas crianças no Scratch. Para documentar os dados produzidos, seguimos a recomendação de Bogdan e Biklen (1994), incorporando citações e ilustrações a partir do acervo da pesquisa. Para a análise buscamos valorizar a riqueza dos dados e respeitar a fidedignidade nos registros e transcrições, conforme realizado durante a pesquisa de campo.

Uma característica que, segundo Bogdan e Biklen (1994), evidenciou a natureza qualitativa da pesquisa, consistiu na busca pela compreensão de como os princípios matéticos se manifestam, pois, dessa maneira, direcionamos nossa atenção para o desenvolvimento dos projetos de programação, e não apenas para os resultados finais. Durante a pesquisa, o “processo de condução da investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre [...] [a investigadora] e os respectivos sujeitos, dados estes não serem abordados [...] de uma forma neutra” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 51).

O pensamento reflexivo esteve presente durante todo o estudo, pois consideramos as experiências e a forma como essas experiências passadas moldam as interpretações, conforme indicado por Creswell (2021). Ao refletir sobre a pesquisa, percebemos a importância de adaptar o planejamento em resposta ao desenvolvimento da pesquisa e aos possíveis imprevistos. O *design* emergente da pesquisa se deu, pois como explica Souto (2011, p. 2), a pesquisadora “deve avançar à medida que a pesquisa se desenvolve, sem a

determinação de passos rígidos estabelecidos a priori, pois o foco da investigação poderá sofrer mudanças.”

Após a produção dos dados, procedemos a respectiva organização guiados pela pergunta de pesquisa, ***De que forma os princípios matéticos se manifestam e são compreendidos quando crianças desenvolvem projetos de programação?*** Feito isso, analisamos os dados produzidos e realizamos interpretações dos resultados à luz do referencial teórico.

O *design* emergente da pesquisa permitiu reestruturações contínuas do processo investigativo, alinhando-se à perspectiva de Souto (2011). Por exemplo, durante a investigação, notamos a presença do pensamento computacional e da aprendizagem criativa, que contribuíram para essa característica do estudo.

Na conjuntura, a análise visou proporcionar ideias sobre o impacto dos princípios matéticos, quando crianças desenvolveram projetos no ambiente de programação no Scratch. Em segundo plano, a pesquisa também revelou a importância do pensamento computacional e da aprendizagem criativa no ambiente de aprendizagem. Ao analisar as interações das crianças e a manifestação dos princípios matéticos durante o desenvolvimento de projetos de programação, ficou evidente como essas abordagens contribuíram para o engajamento e a motivação das crianças.

4.2. Escolha do local para desenvolvimento dos projetos

Para decidir acerca do público-alvo, ponderamos sobre o impacto do acesso a computadores na sociedade e concordamos com a visão de Papert (1985, p. 43), que menciona que,

Desde que saber como usar um computador toma-se cada vez mais necessário para um bom desempenho- econômico e social, a posição dos menos privilegiados poderia piorar e o computador aumentaria exacerbadamente as diferenças de classe existentes.

Decidimos realizar a pesquisa de campo no Samuca, pois é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, voltada ao fortalecimento de vínculos de crianças e adolescentes e suas famílias. É um lugar onde mulheres, crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade têm acesso às oportunidades de inserção na sociedade, proporcionando espaços de convivência, participação e cidadania.

Para participar das atividades do Samuca é necessário que os pais ou responsáveis residam na cidade de Pedreira, e que a criança esteja regularmente matriculada e frequentando a escola no município. Devido à disponibilidade limitada de vagas, são adotados critérios de seleção, como a ordem de inscrição, assiduidade e o histórico de participação da criança nas atividades do Samuca.

A finalidade das atividades promovidas pela associação é auxiliar no desenvolvimento da autonomia desses sujeitos em relação às suas decisões e escolhas, de modo a torná-los protagonistas de suas vidas. O Samuca atua em consonância com o Art. 4º do Estatuto da Criança e Adolescente (ECA), o qual estabelece que

[...] é dever da família, comunidade, sociedade em geral e do Poder Público assegurar com absoluta prioridade, a efetivação dos direitos referentes à vida, saúde, alimentação, educação, esporte, lazer, profissionalização, cultura, dignidade, respeito e a convivência familiar e comunitária (Brasil, 1991).

Para viabilizar o acesso a esses direitos, o Samuca oferece reforço escolar, atividades de lazer, esportivas, culturais e socioeducativas para crianças e adolescentes no contraturno escolar. Observamos que as crianças e adolescentes têm acesso diariamente à alimentação balanceada, com variedade e qualidade, além de acompanhamento psicológico e assistência social. Para o acompanhamento individual, as professoras, em conjunto com a equipe multidisciplinar (composta por psicóloga, assistente social e coordenadores administrativo e pedagógico), realizam reuniões semanais. Nessas reuniões, denominadas reuniões de vínculo, são discutidas as particularidades das crianças e adolescentes atendidos, com o objetivo de assegurar seus direitos e promover o bem-estar.

Desde 2007 mantenho envolvimento contínuo com as atividades e serviços oferecidos pelo Samuca. Como mencionado anteriormente, no período de 2007 a 2016, fui professora de Matemática e trabalhei com adolescentes que frequentavam o cursinho pré-vestibular oferecido pelo Samuca. A partir de 2017, minha colaboração passou a se dar por meio de ações de extensão através do IFSP.

Dado meu histórico de interação com o Samuca e reconhecendo-o como um espaço que proporciona oportunidades para a população em situação de

vulnerabilidade, bem como lugar que oferece condições para a realização de atividades de programação com crianças, decidimos conduzir a pesquisa com as crianças que lá são atendidas.

Sob a perspectiva das ideias de Seymour Papert, o Samuca era um ambiente favorável para a pesquisa por sua flexibilidade, já que não seguia um currículo rígido como nas escolas. As crianças participavam das atividades no contraturno escolar, o que permitia a condução das atividades sem a necessidade de seguir o currículo formal, uma vez que o grupo era composto por crianças de diferentes anos escolares, sem a obrigatoriedade de respeitar o conteúdo de cada ano escolar. Concordamos com a afirmação de Papert (1985, p. 49) quando esclarece que “ensinar sem currículo” implica em “dar todo apoio à criança enquanto ela constrói suas estruturas intelectuais com materiais obtidos na cultura que a circunda”, no ambiente que se fundamentou nos princípios matemáticos, a aprendizagem ocorreu sem haver uma delimitação de atividades que pudessem ser classificadas como “aprender matemática”, por exemplo.

Desenvolver projetos de programação com crianças sem a obrigação de seguir um currículo nos permitiu explorar amplamente as possibilidades do pensamento computacional na pesquisa. Conforme apontam Gadanidis *et al.* (2016), os professores em sala de aula frequentemente se concentram nas expectativas relacionadas ao conteúdo específico de cada ano, o que pode representar um desafio para integrar o pensamento computacional no contexto escolar.

No Samuca, tínhamos à disposição para o desenvolvimento da pesquisa uma sala de inclusão digital, pátio e salas de aula. Os encontros foram estruturados em períodos de 50 minutos, ocorrendo duas vezes por semana, alinhados com a disponibilidade de horários da sala de inclusão digital, das crianças e das atividades desenvolvidas na associação. As crianças atendidas no Samuca participavam de aulas de informática duas vezes por semana com uma professora da instituição. Para acomodá-las nos computadores disponíveis, a professora de informática dividia os grupos em turmas menores, adotando um esquema de rodízio. Contudo, com o intuito de preservar a continuidade do trabalho, optamos por selecionar apenas um grupo específico de crianças para participar das atividades de programação.

Diante da limitação de recursos tecnológicos, com apenas 9 computadores com acesso à internet para cada grupo de 30 crianças, foi necessário readequar a organização das atividades. Optamos por formar turmas menores, com até 18 participantes, e organizar os alunos em duplas nos computadores conectados à rede, a fim de garantir a equidade no acesso aos recursos online e o desenvolvimento dos projetos¹. Encontramos ainda a dificuldade da ausência de comunicação via *Bluetooth* nos computadores. Para superar essa questão, foi necessário utilizar nossos próprios computadores pessoais para conduzir as atividades de programação que envolviam dispositivos robóticos.

4.3. Conhecendo os sujeitos da pesquisa

Para realizar a seleção das crianças que participaram da pesquisa, acompanhamos atividades matinais do Samuca. Durante esse período, observamos as características do ambiente, o comportamento das crianças e os horários das atividades. Essa abordagem teve como objetivo buscar condições adequadas para o desenvolvimento da pesquisa com as crianças. É importante ressaltar que as observações não se limitaram apenas às aulas de informática, abrangendo também outras atividades como reforço escolar, capoeira, artesanato, intervalo e almoço.

As crianças do Samuca estavam agrupadas conforme faixa etária, distribuídas nos grupos C (7 e 8 anos), D (9 a 11 anos) e E (12 a 15 anos). Elas eram matriculadas em escolas municipais (1º a 5º anos) e estaduais (6º a 9º anos) de Ensino Fundamental no município de Pedreira-SP. Ao longo do período, as professoras de cada grupo coordenam a organização, direcionando as crianças para as atividades que podem ocorrer tanto no Samuca quanto em ambientes externos. As atividades externas incluem aulas de damas e xadrez em um clube, além de aulas de dança, música e fanfarra no centro cultural da cidade.

Ao ingressar no Samuca para observar as crianças que poderiam participar da pesquisa, no dia 6 de fevereiro de 2023, fui acolhida pela professora de informática, que ministra aulas na sala de inclusão digital.

Após um breve diálogo com a professora da turma sobre os objetivos da pesquisa e o perfil das crianças, fui conduzida à sala de inclusão digital, onde as crianças aguardavam. A sala de inclusão digital era um espaço onde as crianças usavam os computadores para uma variedade de atividades, que incluíam a produção de texto, criação de imagens, pesquisa *online*, jogos educacionais, simulações e elaboração e edição de vídeos, entre outras atividades. Durante a observação, para conhecer o perfil das crianças atendidas pelo Samuca, tive o cuidado de respeitar o ambiente e justificamos a presença de uma pessoa desconhecida na sala, por essa razão, a professora da turma me apresentou às crianças no início das aulas. Durante o período de observação, fiquei ao lado do computador sem acesso à Internet, que não seria utilizado pelas crianças, localizado no fundo da sala. Desta forma, enquanto estavam envolvidas nas atividades propostas pela professora, as crianças não foram distraídas pela minha presença, minimizando minha influência no ambiente e reduzindo a curiosidade.

Na primeira aula, acompanhei as crianças do grupo C e constatei que, embora matriculadas nos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Fundamental, a maioria ainda não tinha as habilidades básicas esperadas para esses anos escolares em relação à leitura e à escrita. Algumas limitavam-se a escrever apenas o próprio nome e enfrentavam desafios na execução da atividade proposta pela professora da turma, que consistia em relatar suas experiências nas férias.

Ao investigar as razões pelas quais as crianças não alcançaram os objetivos da atividade proposta, a maioria delas mencionou não compreender o que estava escrito no quadro branco ou não recordar suas experiências nas férias. Durante a aula, algumas solicitaram auxílio para escrever palavras como "casa", "avó", "piscina" e "viagem", revelando dificuldades também ao redigir frases, uma vez que não dominavam o uso do teclado, não usavam a tecla espaço entre as palavras, além de enfrentarem desafios para corrigir o texto, pois não compreendiam o funcionamento das teclas "*delete*" e "*backspace*".

Diante do exposto, concluímos que seria possível desenvolver atividades de programação com as crianças do grupo C se criássemos projetos utilizando o Scratch Junior, que foi desenvolvido para crianças não alfabetizadas programarem. Como isso envolveria pensar uma proposta diferente da planejada, decidimos não realizar as atividades com essas crianças.

Na segunda aula, foram recebidas as crianças do grupo E, que frequentavam os 5º, 6º e 7º anos do Ensino Fundamental. A atividade proposta pela professora da turma envolvia a realização de uma pesquisa sobre a história do computador, com a produção de um relato que poderia ou não incluir figuras. Durante a aula, alguns estudantes solicitaram assistência para descobrir como abrir o navegador de Internet, visando acessar o Google para realizar a busca de informações para a pesquisa. Outros precisaram de ajuda para alternar entre a janela do navegador de Internet e o editor de textos. Algumas crianças buscaram orientação para decidir em qual *site* confiável realizar a pesquisa, sendo que um deles expressou preocupação com relação às *fake news*.

As crianças evidenciaram insegurança ao alternar entre as janelas dos aplicativos e necessitaram de ajuda para localizar as ferramentas em cada um deles, a fim de copiar e editar textos e imagens para cumprir a tarefa proposta pela professora. Algumas meninas demonstraram mais habilidade na execução da atividade, mencionando que já realizaram diversas pesquisas para a escola na sala de inclusão digital e que utilizavam dispositivos móveis para solucionar tarefas escolares. Elas destacaram o acesso frequente aos tutoriais disponíveis no *TikTok* e no *YouTube* como fonte de informações para realizar atividades que ainda não dominavam. Da mesma forma que as crianças do grupo C, aquelas do grupo E manifestaram dificuldades relacionadas à leitura e à escrita, compreensão de texto e formulação de opiniões.

Na terceira aula estavam presentes as crianças do grupo D, composto por alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. Esse foi o único grupo que questionou a minha presença na sala de inclusão digital, buscando informações a respeito do que eles desenvolveriam em nossa pesquisa. A professora da turma explicou que em momento oportuno eles conheceriam a pesquisa a ser desenvolvida. A atividade proposta foi a mesma do grupo C, um relato sobre as férias.

As crianças estavam entusiasmadas para compartilhar suas experiências de férias, buscando auxílio para escrever algumas palavras, corrigir a escrita e explorar as ferramentas do editor de texto. A maioria delas já tinha conhecimento que o editor marca palavras com erros ortográficos e oferecia sugestões de correção, nesses casos, solicitavam ajuda para fazer uso desses recursos. De maneira geral, as crianças do grupo D demonstraram maior envolvimento com a

atividade proposta e exibiram habilidades no uso do computador e periféricos para edição de texto. Apesar do interesse, notamos as mesmas dificuldades em relação à leitura e à escrita dos outros grupos.

Corroborando as observações de Bogdan e Biklen (1994), é possível obter uma compreensão mais aprofundada do contexto de vida dessas crianças ao observá-las em seu ambiente natural. Ao término do primeiro dia com as crianças, constatamos que muitas delas viviam em condições de vulnerabilidade. A frequência delas no Samuca, inclusive durante as férias, é necessária para garantir segurança alimentar, social, emocional, física, além de evitar que fiquem sozinhas em casa enquanto os pais ou responsáveis estão trabalhando. Nos relatos sobre as férias, a maioria das crianças mencionou atividades relacionadas à alimentação, ao tempo que passaram na casa de familiares ou ter frequentado as atividades do Samuca nas férias.

De forma geral, durante a observação das crianças na sala de inclusão digital, notamos, em um primeiro momento, suas habilidades no manuseio do computador e dos periféricos. Observamos que muitas delas tiveram dificuldades para ligar os computadores de forma autônoma, necessitando de assistência para acessar os aplicativos de edição de texto destinados à realização das atividades com a professora da turma. Em outros momentos verificamos que elas enfrentavam outros desafios, relacionados à alfabetização. Diante disso, optamos por conduzir as atividades de pesquisa com as crianças dos grupos D e E, uma vez que as crianças integrantes do grupo C possuíam dificuldades de leitura e de escrita que poderiam inviabilizar o desenvolvimento dos projetos de programação.

Constatamos também, que no final das atividades ou nos cinco minutos finais de cada aula, as crianças podiam jogar em plataformas selecionadas pela professora. Observamos que as crianças terminavam rapidamente o que era proposto e em seguida prontamente abriam o navegador para jogar. A maioria realizou a atividade sem se envolver ou sem reconhecer a importância do que estava fazendo, pois o único interesse era terminar logo para jogar. Nesse momento, percebemos o quão necessário era estabelecer uma diretriz em relação aos jogos durante os encontros e a solução que adotamos foi que elas somente poderiam jogar os jogos que elas próprias desenvolvessem. Essa medida visou assegurar que o foco principal permanecesse na criação e na

programação, evitando que terminassem rapidamente as tarefas apenas para acessar plataformas de jogos e se distanciassem dos objetivos de aprendizagem.

Na segunda visita, realizada em 10 de fevereiro de 2023, observei a aula do grupo D, desta vez composta por outras crianças, conforme uma escala de revezamento para garantir a participação de todas as crianças interessadas nas atividades da sala de inclusão digital. A proposta desenvolvida pela professora da turma, nessa aula, consistia em utilizar o aplicativo Paint ou Paint 3D, dependendo da disponibilidade no computador, para criar desenhos, utilizando as ferramentas do programa, mouse e teclado. Ao concluírem as atividades, as crianças tinham a oportunidade de acessar plataformas de jogos *online*, o que, assim como no primeiro dia de observação, motivou a maioria a finalizar rapidamente seus desenhos, muitos dos quais relacionados a jogos.

Na segunda aula do dia, a mesma atividade foi conduzida com o grupo E. As crianças também eram outras e a professora da turma ressaltou a importância do revezamento nas atividades de informática para que todas as crianças tivessem acesso ao computador. Durante a observação, notei que as crianças do grupo E demonstraram maior preocupação em relação ao erro, mostrando receio de cometer erros e não conseguir corrigi-los. Elas também manifestaram dúvidas quanto ao desenvolvimento do desenho e à escolha do que desenhar, revelando uma preocupação excessiva em relação à opinião dos outros sobre seus desenhos e sobre suas escolhas. Assim como no grupo D, muitas crianças do grupo E tiveram pressa de terminar a atividade proposta para acessar jogos *online*.

Após o final das aulas do dia, observei que as crianças possuíam habilidade no uso do mouse e nas ferramentas dos aplicativos de desenho. Embora muitas delas não compreendessem o funcionamento dessas ferramentas inicialmente, depois que a professora da turma apresentou a função de desfazer, as crianças se sentiram mais confiantes para explorar as ferramentas de edição de imagem. Com base nas observações, decidimos selecionar quais crianças dos grupos D e E participariam da pesquisa.

Nas duas visitas subsequentes ao Samuca, não pudemos acompanhar as crianças durante as aulas. No dia 13 de fevereiro de 2023, eu estava gripada e, seguindo o protocolo estabelecido para a COVID-19, permaneci em uma sala

isolada, enquanto a professora da turma conduziu a enquete sobre a participação das crianças nas atividades de programação. Priorizamos o respeito aos interesses das crianças, conduzindo a enquete para avaliar o interesse delas em participar de um projeto que envolvesse o desenvolvimento de atividades de programação de computadores. Posteriormente, com os nomes das crianças interessadas, realizamos uma seleção, excluindo aquelas que já estavam matriculadas em atividades externas ao Samuca nos dias e horários em que os encontros foram realizados.

No dia 24 de fevereiro de 2023, uma sexta-feira pós-carnaval, poucas crianças compareceram ao Samuca. Aproveitei a ocasião para me reunir com a professora da turma e discutir os nomes das crianças que fariam parte da pesquisa, considerando o interesse e a disponibilidade de cada uma delas. Conseguimos concluir a seleção de 14 crianças de cada grupo (D e E) para participar, totalizando inicialmente 28 crianças.

4.4. Ambiente de aprendizagem e os encontros com as crianças

As teorias e ideias apresentadas na seção em que sistematizamos os princípios matéticos e suas convergências com o pensamento computacional conduzem a abordagem com as crianças e apresentam características um tanto particulares e um pouco distintas das tradicionalmente encontradas nas salas de aula convencionais. Abordagem que buscou promover o protagonismo e a autonomia das crianças, com vistas a orientar o processo de aprendizagem, com menos explicações e a proporcionar situações em que as crianças se envolvam de maneira pessoal com os projetos, possibilitando que os desenvolvam de forma independente. Implementar essa abordagem não foi uma tarefa simples, haja vista que requereu esforços significativos e mudanças no papel do professor. Posteriormente identificamos semelhanças entre o ambiente de aprendizagem proporcionado e ideias da aprendizagem criativa proposta por Resnick (2020).

Examinamos as obras de Papert (1985; 2008), identificando os princípios matéticos que inspiraram a abordagem nos encontros com as crianças. Além dos princípios matéticos que listamos, baseamo-nos no pensamento computacional, considerando seus pilares e possibilidades. As características matéticas e do

pensamento computacional que buscamos proporcionar no ambiente de aprendizagem foram inspiradas no referencial teórico.

A pesquisa de campo envolveu o desenvolvimento de projetos pessoais de programação. A escolha da linguagem de programação Scratch para atender aos objetivos propostos foi baseada na sua fundamentação nas ideias do Logo, conforme destacado por Maloney *et al.* (2008). Essa decisão viabilizou uma abordagem alinhada às ideias de Seymour Papert, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento do pensamento computacional e à influência dos princípios matéticos.

Entendendo a importância de nos aproximarmos das crianças, buscamos uma abordagem lúdica para introduzir a linguagem de programação. Aproveitamos algumas cenas do filme “Alice no Mundo da Internet” e uma brincadeira que envolveu a associação de comandos para a realização de ações com o próprio corpo, para trazer, no primeiro encontro, ideias sobre algoritmos e programação de forma desplugada (sem o uso de TDIC).

Para as primeiras incursões das crianças do Samuca no ambiente de programação Scratch, optamos por seguir a abordagem de Seymour Papert em relação às suas experiências com crianças programando na linguagem Logo, pois este seria o primeiro contato delas com o Scratch. De acordo com Papert (1985, p. 81), o “objetivo das primeiras experiências das crianças no ambiente da Tartaruga não é aprender regras formais, mas desenvolver a compreensão (o insight) sobre a maneira como elas se movem no espaço”. Desse modo, o primeiro contato das crianças com a programação no Scratch possuiu uma abordagem exploratória. Após os primeiros contatos com a linguagem Scratch, as crianças foram incentivadas a desenvolver projetos pessoais. Em seguida, realizamos uma discussão que reuniu relatos e reflexões sobre os encontros.

Frequentei o Samuca nas segundas e sextas-feiras, entre os dias 06 de fevereiro e 26 de junho de 2023, em dois encontros de 50 minutos com as crianças dos grupos D e E, separadamente. Esses encontros ocorreram na sala de inclusão digital do Samuca e as crianças foram se organizando em duplas de acordo com a afinidade ou ordem de chegada.

Com o passar do tempo, surgiram identificações e conflitos entre as crianças. Nesses casos, intermediei as situações e, por vezes, foi necessário unir ou separar duplas para viabilizar o desenvolvimento dos projetos. Para tanto,

convergingo com a dica da aprendizagem criativa, fiz o papel de “casamenteira”, afinal “muitas crianças querem compartilhar ideias e colaborar em projetos, mas não sabem como” (Resnick, 2020, p. 209).

Aos poucos, o número de crianças participantes diminuiu por causa das alterações no horário ou localidade das demais atividades. Como consequência, algumas crianças desenvolveram projetos individualmente ou trocaram de par, conforme a identificação com os temas escolhidos e minhas sugestões.

Como mencionado anteriormente, nos dias 27 de fevereiro e 03 de março de 2023 exibi o filme “Alice no mundo da internet”. Após a exibição, promovi a reflexão junto às crianças, sobre algumas cenas e situações do filme, envolvendo ideias de programação que emergiram. Também, realizei com elas uma brincadeira que combinava comandos de voz para realização de ações, como ilustrado no Quadro 6.

Comando	Ação
Vivo	Manter-se em pé
Morto	Agachar
Gelatina	Rebolar
Pipoca	Pular
Panela de Pressão	Girar em torno do próprio corpo

Quadro 6 - Comandos e ações relacionadas na brincadeira “morto-vivo”

Fonte: Sistematizada pela autora.

Para o primeiro contato com a programação Scratch, realizado no dia 06 de março de 2023, projetei na lousa a interface do Scratch, apresentando as ferramentas relacionadas a atores, cenários, sons e códigos. As crianças demonstraram grande entusiasmo diante da diversidade de recursos oferecidos pelo programa e questionaram sobre a possibilidade de criarem seus próprios sons, cenários e atores. De forma semelhante à orientação da aprendizagem criativa, sugeri “tente usar suas ferramentas e materiais de novas maneiras: use materiais familiares de formas não familiares, e use materiais não familiares de formas familiares” (Resnick, 2020, p. 194).

Ademais, expliquei para as crianças através de alguns exemplos como poderiam personalizar as mídias existentes, criar suas próprias mídias e importar aquelas prontas, inclusive orientando sobre a seleção de mídias disponíveis na Internet. Durante a apresentação, algumas crianças arriscaram inserir os

primeiros blocos de programação do Scratch nos computadores que tinham à disposição.

A partir desse encontro, propus que as crianças criassem seus próprios projetos nos computadores da sala de inclusão digital utilizando ideias simples, como enuncia a dica de aprendizagem criativa “começar com algo simples, testar e continuar fazendo extensões e aprimoramentos” (Resnick, 2020, p. 192). Incentivei que fizessem anotações, como também recomenda a dica de aprendizagem criativa sobre guardar as ideias em um caderno de rascunho. Esses registros não compuseram o portfólio, pois embora as crianças tivessem acesso a papel, lápis e borracha para realizar as anotações, ao longo dos encontros, observamos que elas não faziam registros e enfrentavam dificuldades em formalizar as informações que desejavam documentar.

No encontro do dia 13 de março, além de mostrar a interface e a localização dos blocos e ferramentas, apresentei alguns exemplos de programas, disponíveis na plataforma *online* do Scratch⁶, para auxiliar as crianças a terem ideias sobre os próprios projetos, afinal “um conjunto de exemplos pode ajudar a estimular a imaginação” (Resnick, 2020, p. 203). As crianças ficaram encantadas com alguns exemplos, tais como programar o teclado para atuar como DJ, utilizar a placa micro:bit para emitir sons de um saxofone e de uma guitarra, criar um cartão de aniversário interativo, um jogo de perseguição, uma animação de letras, entre outros.

As crianças ficaram entusiasmadas e expressaram o desejo de experimentar os projetos disponíveis na plataforma do Scratch. Além de executar os programas e experimentar os jogos cujas programações estavam prontas, solicitei que observassem atentamente as diferentes partes que compunham o algoritmo, sugerindo que elas tentassem identificar possíveis ideias e inspirações para seus próprios projetos. Pedi que experimentassem os programas que levei como exemplo para programar, para conhecer um algoritmo e para desenvolver os próprios algoritmos, afinal “para se tornar um pensador criativo, é preciso estar disposto a experimentar, a tentar coisas novas” (Resnick, 2020, p. 195).

⁶ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em 03 de fevereiro de 2023.

Orientei as crianças a desenvolverem os próprios projetos com temas que justificassem o esforço envolvido e que trouxessem significado pessoal para elas. No início, a maioria das crianças dedicava muito tempo para editar os atores e cenários, desenhando e mudando suas cores. Após a apresentação dos exemplos, observei que elas passaram a ter mais ambições em relação ao que gostariam de desenvolver e passaram a explorar diferentes blocos de programação. Durante os encontros, fiquei à disposição para ajudar as crianças a pensar em estratégias e a resolver problemas.

Como já havíamos nos encontrado algumas vezes antes do início do desenvolvimento dos projetos, a maioria das crianças já se sentia à vontade para solicitar minha ajuda. Além das estratégias matemáticas delineadas nas seções anteriores, identificamos algumas atitudes minhas que se aproximam de ideias da aprendizagem criativa, entre elas “pergunte a elas quais são suas estratégias e fontes de inspiração. Incentive a experimentação, valorizando os experimentos que não deram certo da mesma forma que valoriza os bem-sucedidos” (Resnick, 2020, p. 207).

Em relação ao tempo para o desenvolvimento dos projetos fundamentamo-nos no princípio matemático do tempo que se aproxima do que afirma Resnick (2020, p. 208) sobre a aprendizagem criativa, “trabalhar em projetos criativos leva tempo, principalmente se as crianças estiverem constantemente fazendo experimentos e explorando ludicamente novas ideias”. Dessa forma, não foram estipulados prazos, apenas determinei que o último encontro seria no dia 26 de junho, último dia letivo do primeiro semestre nas escolas do município de Pedreira e, portanto, dia que as crianças entraram em férias, inclusive das atividades do Samuca.

4.5. Linguagem de programação Scratch

De acordo com Maloney *et al.* (2010), o ambiente de programação Scratch é fundamentado nas ideias construcionistas de Seymour Papert e tem como propósito introduzir a programação para indivíduos que não possuem experiência prévia nessa área. Além das razões mencionadas, escolhemos o Scratch devido ao seu ambiente de programação ser adequado à faixa etária das crianças. Os autores destacam que o Scratch foi desenvolvido para ser

utilizado em centros de informática extracurriculares, atendendo às necessidades e interesses de jovens entre 8 e 16 anos.

A escolha da linguagem de programação Scratch também foi orientada pelo fato de as crianças não possuírem experiência em programação, conforme mencionado pela professora da turma durante a primeira visita ao Samuca. Essa decisão foi alinhada ao objetivo da pesquisa para adequação da linguagem de programação ao perfil dos sujeitos da pesquisa e viabilizar características matemáticas no ambiente de aprendizagem.

O Scratch é um ambiente de programação em blocos que possibilita aos usuários desenvolverem projetos pessoalmente significativos, como ressaltado por Maloney *et al.* (2010). Nele, é possível criar histórias, jogos, vídeos, cartões, entre outros projetos, além de inserir e personalizar diferentes tipos de mídias para utilização nas programações. Os autores explicam o funcionamento da interação entre os blocos de programação, que é semelhante aos blocos de encaixar Lego®, além de ressaltarem que o Scratch foi projetado para permitir que os usuários tenham mais êxito do que falhas ao programar. Isso se deve à impossibilidade de unir peças que não se encaixem corretamente, além da disponibilidade dos comandos em categorias na tela do usuário, não havendo a necessidade de conhecimento prévio da linguagem.

O algoritmo pode ser dividido em partes através da decomposição para que os programadores analisem sua execução e observem o que não está funcionando como desejado para que, identificando o erro no algoritmo, possam realizar o *debugging*, arranjar e personalizar os blocos para obter o resultado que desejam. Os comandos estão organizados em categorias, abrangendo movimento, aparência, som, eventos, controle, sensores, operadores, variáveis e meus blocos. Na última categoria, o usuário tem a possibilidade de criar blocos personalizados, combinando os diversos blocos disponíveis para reunir os algoritmos que deseja repetir em algumas situações.

Segundo Resnick *et al.* (2009, p. 60, tradução nossa), os programadores Scratchers ao programarem utilizando os blocos de comandos, as variáveis e os recursos disponíveis,

aprendem importantes conceitos matemáticos e computacionais, enquanto também aprendem a pensar criativamente, pensar sistematicamente e trabalhar colaborativamente, — que são competências essenciais para o século 21.

A proposta da linguagem Scratch não é formar indivíduos para se tornarem programadores profissionais, mas promover o desenvolvimento de habilidades para que as crianças consigam pensar de forma sistemática e promover uma cultura de expressão de ideias por meio da programação, desta forma promovendo o pensamento computacional.

De acordo com Resnick *et al.* (2009, p. 62), a programação oferece a oportunidade de experimentar o que Papert chamou de paradoxo matético, pois afirma que “a programação fornece para você oportunidades de refletir sobre o seu próprio pensamento – e até pensar em si.” Além do paradoxo matético, observamos que a programação no ambiente Scratch proporciona a oportunidade de vivenciarmos uma experiência de aprendizagem através da programação que incorpora os princípios matéticos. O uso de estratégias de resolução de problemas, a bricolagem, a aplicação da modularidade, o desenvolvimento do pensamento criativo, a criação de projetos pessoais, a experiência lúdica, a sensação tangível, a capacidade de abstração e automação, piso baixo, teto alto, paredes largas, entre outros aspectos relacionados à matética e ao pensamento computacional, são alguns exemplos que serão explorados na análise de dados.

O Scratch se destacou como um ambiente de programação adequado para a pesquisa, devido à sua abordagem intuitiva e visual. Sua interface facilitou a criação de projetos pessoais, promovendo não apenas a aprendizagem de programação, mas também o desenvolvimento de habilidades importantes, como pensamento criativo, pensamento sistemático e trabalho colaborativo, revelando aproximações com a aprendizagem criativa. Aprende-se a programar por meio de atividades práticas, explorando possibilidades e seguindo os processos das espirais criativa e de aprendizagem, proporcionando também a compreensão dos conceitos matemáticos e computacionais inerentes à programação.

O ambiente de programação Scratch possibilitou gravar os projetos de programação em arquivos. Procedemos à organização de portfólios, salvando os arquivos dos projetos de programação desenvolvidos pelas crianças em cada um dos computadores do Samuca e em um *pendrive* ao final de cada encontro. Além disso, transferimos todos os projetos para um *drive* de armazenamento

online ao final da pesquisa de campo. As informações contidas nos projetos também foram fonte de dados para a análise.

4.6. Procedimentos para o registro dos dados

Optamos por utilizar diferentes instrumentos para o registro dos dados. Gravamos os áudios dos encontros com as crianças, mantivemos um diário de campo, fizemos registros fotográficos e compilamos portfólios contendo os projetos de programação desenvolvidos pelas crianças. Ao todo, dedicamos 34 manhãs às crianças do Samuca, sendo sete delas destinadas à observação das crianças ou à realização de atividades em sala de aula, e em 27 encontros com cada grupo nos dedicamos à realização de práticas, nas quais conduzimos as atividades desta pesquisa de doutorado com o desenvolvimento de projetos de programação no Scratch em um ambiente que buscou incorporar os princípios matéticos.

Para registrar os áudios, utilizamos o aplicativo de gravação do celular da pesquisadora, o dispositivo era carregado junto à pesquisadora para registrar os diálogos durante as interações. O ambiente no Samuca era dinâmico, composto por crianças em atividades durante o contraturno escolar, resultando em um ambiente naturalmente movimentado, sem o usual silêncio. Contudo, quando as interações ocorriam fora da sala de inclusão digital, o nível de ruído ambiente tornou inviável a gravação dos encontros. Como resultado, dispomos de aproximadamente 45 horas de gravação de áudio, predominantemente das interações na sala de inclusão digital. Inicialmente, as crianças manifestavam certa insegurança ao falar durante as gravações de áudio, porém, gradualmente, acostumaram-se e deixaram de se incomodar com a presença do gravador. Para transcrição dos áudios utilizamos o programa *Good Tape*.

Ao longo dos encontros, mantivemos um diário de campo no qual registramos observações e interações com as crianças sempre que possível. As notas de campo são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e reflectindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 150). Por isso, nossas anotações do diário de campo foram realizadas para documentar o andamento das

atividades, as reações das crianças e outras percepções relevantes ao longo da pesquisa.

Em algumas situações, optamos por capturar imagens das crianças durante os encontros, com o objetivo de documentar a disposição das mesas no ambiente e obter fotos representativas dos participantes da pesquisa. Essas fotografias foram utilizadas para enriquecer a documentação visual do contexto e das interações durante o desenvolvimento dos projetos de programação. Os registros foram feitos com a câmera do celular da pesquisadora. Para garantir o conforto das crianças, aguardamos que se familiarizassem com a presença da pesquisadora no ambiente, seguindo a orientação de Bogdan e Biklen (1994, p. 189): “nossa regra tem sido evitar tirar fotografias no início da investigação, antes dos sujeitos terem tido a oportunidade de nos conhecer e confiar em nós”. Essa abordagem visou construir uma relação de confiança antes de documentar imagens das crianças.

Os arquivos contendo os projetos de programação desenvolvidos pelas crianças durante os encontros foram armazenados nos computadores da sala de inclusão digital. Ao término das atividades da pesquisa, procedemos a transferência desses arquivos para um *drive* de armazenamento *online* e para um *pendrive*. Por meio dos portfólios que incluíam esses projetos, pudemos acompanhar o desenvolvimento dos algoritmos nos projetos das crianças. Ao verificar os projetos salvos ao término de cada encontro, conseguimos observar a evolução do projeto e as alterações realizadas pelas crianças.

A partir da produção de dados por meio dos instrumentos anteriormente mencionados, procedemos à organização desses dados. A apresentação dos dados gerados na pesquisa foi conduzida por meio de narrativas, inspirada na abordagem adotada por Papert (1980; 2008) em suas obras “Mindstorms” e “A Máquina das Crianças”. Em seguida, os dados foram utilizados como base para a análise à luz do referencial teórico, como descrevemos a seguir.

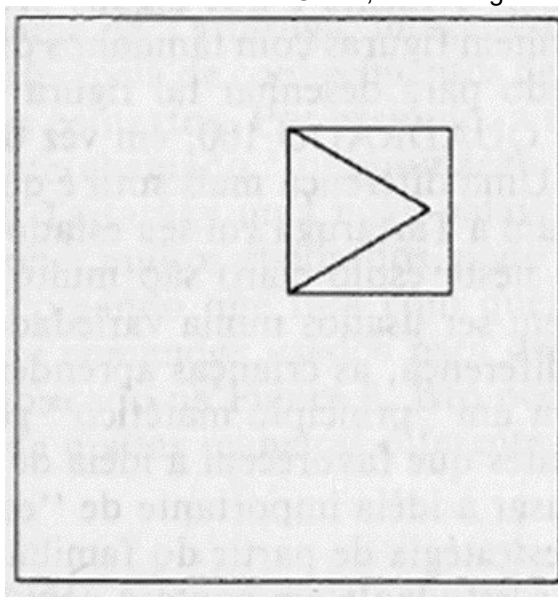
4.7. Organização e análise dos dados

Os dados foram apresentados em forma de narrativas, inspiradas nos relatos das experiências de Seymour Papert. A seguir, reproduzimos uma das situações descritas por Papert (1985, p. 84), como exemplo,

Não é necessário usar o computador para desenhar um triângulo ou um quadrado. Papel e lápis bastariam. Mas quando esses programas são elaborados, tornam-se módulos que possibilitarão à criança criar hierarquias de conhecimento. Importantes habilidades intelectuais são desenvolvidas durante o processo, e isso é visto mais claramente ao se examinar alguns projetos elaborados pelas crianças após algumas sessões com a Tartaruga. Muitas delas seguiram espontaneamente o mesmo caminho de Pamela. Ela começou ensinando ao computador QUADRADO e TRIÂNGULO como descrito anteriormente (usando o comando REPITA). Daí, percebeu que poderia construir uma casa colocando o triângulo sobre o quadrado. Assim, ela tentou:

```
UMA CASA  
QUADRADO  
TRIÂNGULO  
FIM
```

Mas, quando ela teclou o comando CASA, a Tartaruga desenhou:



O triângulo saiu dentro do quadrado ao invés de ficar sobre ele! Numa aula de matemática típica, a reação da criança a uma resposta errada é tentar esquecê-la o mais rápido possível. Mas no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de debugging é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o bug ao invés de esquecê-lo. No contexto da Tartaruga há uma boa razão para estudá-lo: valerá a pena. Papert (1985, p. 84)

Com os dados produzidos, dedicamo-nos à sua organização e preparação para a análise. Seguindo a sugestão de Creswell (2021), realizamos a transcrição dos encontros, digitamos as anotações do diário de campo, catalogamos os arquivos dos programas desenvolvidos pelas crianças no Scratch e as imagens registradas. Com o intuito de facilitar a integração e compreensão das informações provenientes das diferentes formas de registro, estruturamos as narrativas de maneira a categorizá-las por projetos. Esse

método permitiu uma abordagem detalhada e coesa das experiências das crianças no desenvolvimento de seus respectivos projetos de programação.

Bogdan e Biklen (1994, p. 205) destacam que a análise “envolve trabalhar com os dados, organizá-los, dividi-los em unidades manipuláveis, sintetizá-los, buscar padrões, identificar aspectos importantes e decidir o que será transmitido aos outros”. Após a organização inicial dos dados, realizamos uma leitura preliminar para obter uma visão geral, identificando a manifestação dos princípios matéticos. Para enriquecer o estudo, decidimos também evidenciar características ligadas ao pensamento computacional e à aprendizagem criativa.

Ressaltar o pensamento computacional na pesquisa foi fundamental, pois observamos suas convergências com os princípios matéticos. A aprendizagem criativa também apresenta aproximações com esses princípios, uma vez que Mitchel Resnick se baseou nas ideias, experiências e no construcionismo propostos por Seymour Papert ao desenvolver seu modelo de aprendizagem. Assim, notamos a presença de aspectos do pensamento computacional e da aprendizagem criativa nas atividades das crianças. Esses elementos se destacaram por promover tanto o engajamento quanto a aprendizagem, evidenciando como as experiências das crianças moldaram o ambiente de aprendizagem e influenciaram seu desenvolvimento individual e coletivo.

Desta forma, decidimos manter a pergunta ***De que forma os princípios matéticos se manifestam e são compreendidos quando crianças desenvolvem projetos de programação?*** e o objetivo de pesquisa ***Compreender como os princípios matéticos se manifestam em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação***, e enriquecer a análise integrando elementos do pensamento computacional e da aprendizagem criativa.

Na apresentação e análise dos dados, organizamos as informações de maneira a facilitar a interpretação e compreensão dos dados, o que nos permitiu identificar padrões e tendências emergentes com clareza. Posteriormente, realizamos novas leituras, focadas em interpretar os dados relevantes para a pesquisa. Esse processo enfatizou como as crianças desenvolveram seus projetos de programação nesse ambiente de aprendizagem, ressaltando principalmente a manifestação e compreensão dos princípios matéticos. Nesse contexto, o pensamento computacional e a aprendizagem criativa emergiram

como aspectos complementares, que, embora não fossem o foco central da pesquisa, mostraram-se relevantes para a compreensão do ambiente de aprendizagem.

5. Apresentação e análise de dados

Durante os encontros, foram desenvolvidos cerca de 20 projetos pelas crianças e alguns deles se destacaram ao apresentar manifestações dos princípios matéticos, além de refletirem características do pensamento computacional e da aprendizagem criativa. Destes, três projetos foram cuidadosamente selecionados para análise, pois nos auxiliaram na investigação motivada pela pergunta diretriz da pesquisa, ***De que forma os princípios matéticos se manifestam e são compreendidos quando crianças desenvolvem projetos de programação?***

A categorização dos dados produzidos por projeto visou facilitar a identificação da manifestação dos princípios matéticos e sua compreensão. Essa categorização por projetos nos permitiu observar as atividades realizadas pelas crianças enquanto desenvolviam projetos de programação em um ambiente fundamentado nos princípios matéticos. A análise foi conduzida com base nas transcrições e nos registros de campo do desenvolvimento dos projetos, permitindo uma compreensão detalhada de como as crianças negociaram seus processos criativos, resolveram problemas, experimentaram diferentes soluções e programaram suas ideias. Essa abordagem proporcionou compreensões sobre o modo como elas lidaram com desafios, adaptaram suas estratégias e colaboraram com os colegas ao longo do processo.

Na análise, utilizamos o itálico para retomar os princípios matéticos e as demais nomenclaturas referentes aos aportes teóricos. Fizemos menção às referências em alguns casos, mas, quando houve mais de uma citação no decorrer da análise de um projeto, mantivemos apenas o itálico, a fim de evitar repetições das referências e tornar a leitura mais fluida.

Além disso, a análise também destacou o papel da experimentação e da investigação no aprimoramento dos projetos. As crianças foram capazes de ajustar e refinar suas criações por meio de tentativas e erros, mostrando flexibilidade e resiliência ao longo das etapas de programação. Através da análise dessas interações conseguimos ***Compreender como os princípios matéticos se manifestam em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação.***

5.1. Projeto 1: Programação do Movimento “realista” do Sprite

O projeto foi elaborado por Paulo⁷, uma criança de 10 anos que frequentava o Samuca, no grupo D, durante o período da manhã e era aluno do 4º ano do Ensino Fundamental na Escola Municipal de Ensino Fundamental Humberto Piva à tarde. Paulo foi diagnosticado com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH).

O comportamento de Paulo apresentou variações significativas nos encontros. Paulo carecia de um cronograma regular, em nossos encontros percebi diante de seus relatos, que quando sua família não estabelecia hábitos regulares em suas práticas diárias, ele chegava apático e desmotivado para as atividades no Samuca. No decorrer do primeiro semestre de 2023 ele apresentou melhoras em relação a isso em nossos encontros, demonstrando interesse em aprender a programar e explorar as possibilidades oferecidas pelo Scratch.

Paulo concretizou algumas das programações que idealizou e esteve presente em todos os encontros. Gradualmente, observamos que a apatia e relutância, inicialmente presentes, deixaram de ser características nos encontros com Paulo. Ele se identificou com as atividades propostas, demonstrando motivação até o final.

Observamos o princípio orientador da *paixão* quando Paulo menciona que instalou o Scratch no computador de sua casa e desenvolveu projetos de forma autônoma, apresentando o que foi afirmado por Resnick (2020, p. 45) que “quando as pessoas trabalham em projetos pelos quais têm interesse, elas se dispõem a trabalhar por mais tempo e se esforçam mais”. Paulo passou a buscar também em sua casa inspirações nos tutoriais disponíveis no *site* do Scratch, a possibilidade de *paredes largas*, proporcionou esse compartilhamento de informações e códigos e o desenvolvimento dos projetos em diferentes espaços físicos. O Scratch possui características que apoiam *pisos baixos e tetos altos*, *paredes largas* e conexão de interesses e ideias, características importantes da aprendizagem criativa segundo Resnick (2020).

⁷ Utilizamos pseudônimos para garantir a confidencialidade dos participantes desta pesquisa. Os pseudônimos que escolhemos são nomes de educadores e educadoras que muito significam em nossa vida, em diversas esferas, neste estudo, na prática e na formação profissional, bem como em nossa posição cidadã, assim, até o momento, diante do que analisamos, temos o pseudônimo Paulo, em referência a Paulo Freire.

O desenvolvimento dos projetos de programação fora do ambiente do Samuca evidenciou o *princípio matético do espaço*. Papert (1985; 2008) observa, em diversas situações, que o acesso aos computadores influencia a forma como as pessoas se comunicam, pensam e interagem. Observamos que Paulo foi uma das poucas crianças que teve acesso a um computador e ao Scratch além dos nossos encontros, o que se mostrou diferencial no envolvimento de Paulo com as atividades desenvolvidas. Essa disponibilidade permitiu que ele testasse e procurasse ideias em sua casa, facilitando e trazendo continuidade para o desenvolvimento dos projetos de programação no ambiente do Samuca. Nesse cenário, foi possível perceber as convergências entre o *princípio matético do espaço* e as características do pensamento computacional que envolviam *paredes largas* e que ofereceu oportunidades para seguir algumas diretrizes da aprendizagem criativa mencionadas anteriormente.

Além do projeto que intitulamos *Movimento “realista” do Sprite*, Paulo desenvolveu um jogo de *pong* inspirado nos tutoriais do Scratch e programou um jogo de perguntas e respostas envolvendo as quatro operações matemáticas. No último encontro que tivemos, Paulo expressou o desejo de retomar os projetos de programação, perguntando quando teríamos novos encontros e se poderia desenvolver projetos no Scratch futuramente, evidenciando seu desejo de manter envolvimento contínuo com a atividade.

O projeto *Movimento “realista” do Sprite*, desenvolvido por Paulo, consistiu em programar os movimentos do gatinho *Sprite* no Scratch, permitindo que ele se desloque para a direita ou esquerda ao utilizar as setas direcionais. A ideia era que o gatinho executasse um movimento de caminhada “realista” enquanto se deslocava horizontalmente, movendo as pernas para simular os passos. Além disso, o projeto incluiu a programação de um salto “realista” quando a tecla espaço era pressionada, em que há o movimento de subida e um intervalo antes da queda do gatinho *Sprite*.

Reiteramos a escolha do projeto de Paulo diante das características intrínsecas aos princípios matéticos, ao pensamento computacional e aprendizagem criativa, que informamos no momento introdutório do presente texto. Além desses aspectos, os diálogos estabelecidos com Paulo foram constantes durante a concepção de seus projetos. Ele demonstrou ativa participação e interesse durante nossos encontros.

Quando questionado sobre a origem da ideia do projeto, Paulo expressou que sua motivação ao escolher programar o movimento do Sprite estava relacionada ao seu desejo de aprender a programar o deslocamento e os saltos de um personagem, assemelhando-se aos personagens encontrados em jogos eletrônicos. Ele visualizou isso como uma etapa para, no futuro, conseguir programar um jogo completo. Paulo realizou seu projeto em consonância com algumas dicas de aprendizagem criativa quando *começou simples e trabalhou em algo que gostava* (Resnick, 2020). A proposta de que as crianças trabalhassem em algo que gostassem revelou o *princípio matético pessoal* e com a ideia de que “o computador é usado como um meio de se expressar matematicamente, o que nos permite elaborar tópicos que as crianças aprendam facilmente e que sejam significativos e coerentes com seu interesse pessoal” (Papert, 1985, p. 75). Verificamos também as possibilidades de *piso baixo, teto alto* do pensamento computacional, que permitiu a criança “se envolver em seu nível e oferecer oportunidades para que investiguem conexões matemáticas, apresentações e conexões” (Gadanidis *et al.*, 2016, p. 81, tradução nossa).

As convergências entre os conceitos de *piso-baixo, teto-alto* e o *princípio matético pessoal* revelaram-se como uma abordagem enriquecedora, pois as dicas de aprendizagem criativa, como *comece simples e faça algo que goste*, fortaleceram essa ideia ao proporcionar uma entrada simples, mas expansível, no desenvolvimento do projeto. Essa abordagem se alinhou com as perspectivas de Seymour Papert, que inicia as experiências de aprendizado com atividades simples e prazerosas, criando um ambiente propício para o desenvolvimento autônomo das crianças. O *princípio matético pessoal*, evidenciado nessa abordagem, destacou a relevância de conectar as experiências de aprendizado aos interesses individuais de Paulo.

Ao longo das primeiras semanas Paulo dedicou-se a um projeto com o objetivo de movimentar o *Sprite* usando as setas direcionais do teclado, procurando garantir que a orientação do *Sprite* estivesse em sincronia com o movimento executado. Ao observar o código pela primeira vez no dia 20 de março de 2023, notei que ele havia programado o movimento para a direita ao pressionar a seta para a direita e o movimento para a esquerda ao pressionar a tecla para a esquerda. Além disso, ele também havia implementado a troca de fantasias ao pressionar as teclas de movimento, criando a ilusão do movimento

das pernas do *Sprite* enquanto caminhava, quando pressionava repetidas vezes a seta para direita ou para a esquerda, como mostra a Figura 3.



Figura 3 - Programação de movimento direita/esquerda do *Sprite*

Fonte: Arquivo Pessoal

Verifiquei o projeto e, fundamentada no *princípio matético da comunicação* para ajudar Paulo no processo, pedi que ele expressasse de diferentes formas o que gostaria de programar. Afinal, “um componente importante para nos tornarmos bons aprendizes é aprender como expandir as fronteiras daquilo que podemos expressar com palavras” (Papert, 1985, p. 121). Então, iniciei o seguinte diálogo apontando a dica de aprendizagem criativa *faça perguntas*:

Professora-pesquisadora: Explique para mim o que você quer que o *Sprite* faça agora.

Paulo: Eu quero só que ele vire de costas quando andar para trás.

Professora-pesquisadora: Que ele vire o rosto para o lado que ele anda?

Paulo: É, isso mesmo! Que ele olhe para trás quando anda para trás e para frente quando anda para frente.

Percebi que Paulo utilizou a orientação para trás como referência para esquerda e a orientação para frente como referência para direita. Outra informação importante é que Paulo não sabia quais comandos utilizar para alterar a imagem do *Sprite* e estava aleatoriamente procurando blocos para tentar resolver a situação.

A partir da expressão do fenômeno de diferentes formas, acreditei que poderia auxiliar no processo de elaboração do *algoritmo*, um dos pilares do pensamento computacional. Navarro (2021, p. 127) explica que

[...] um algoritmo pode ser considerado como uma sistematização matemática, que consiste em um conjunto finito de regras a serem desempenhadas metodicamente, com vistas a encontrar um resultado

(resolução de um problema) ou, ainda, para se buscar uma organização do pensamento visando à resolução de um dado problema.

As diferentes formas de comunicação desempenharam um papel importante no desenvolvimento do algoritmo. A convergência do *princípio matético da comunicação* e o pilar do pensamento computacional referente ao *algoritmo* mostraram que a clareza da comunicação foi essencial para conceber os algoritmos, seja através de linguagem verbal, visual, ou simbólica, uma vez que Paulo conseguiu articular suas ideias e intenções durante a programação. A verbalização de conceitos matemáticos, a descrição de processos lógicos e a representação de algoritmos colaboraram para a compreensão dos procedimentos que Paulo desejava programar.

Conforme a afirmação de Papert (1985, p. 183) sobre atividades de programação, “para se se tornar melhor neste tipo de atividade é necessário saber mais e se sentir mais confortável com a idéia de procedimentos”. Sugeri, então, que Paulo se organizasse para explorar os blocos, orientando-o a concentrar-se inicialmente na manipulação da imagem.

Utilizei a ideia de *decomposição*, um dos quatro pilares do pensamento computacional para encorajá-lo a se preocupar apenas com os blocos referentes à imagem, salientando que os blocos no Scratch estão organizados em categorias, como podemos observar na Figura 4. Para resolver o problema proposto, foi necessário que Paulo explorasse as ferramentas do micromundo que tinha a disposição separadamente.

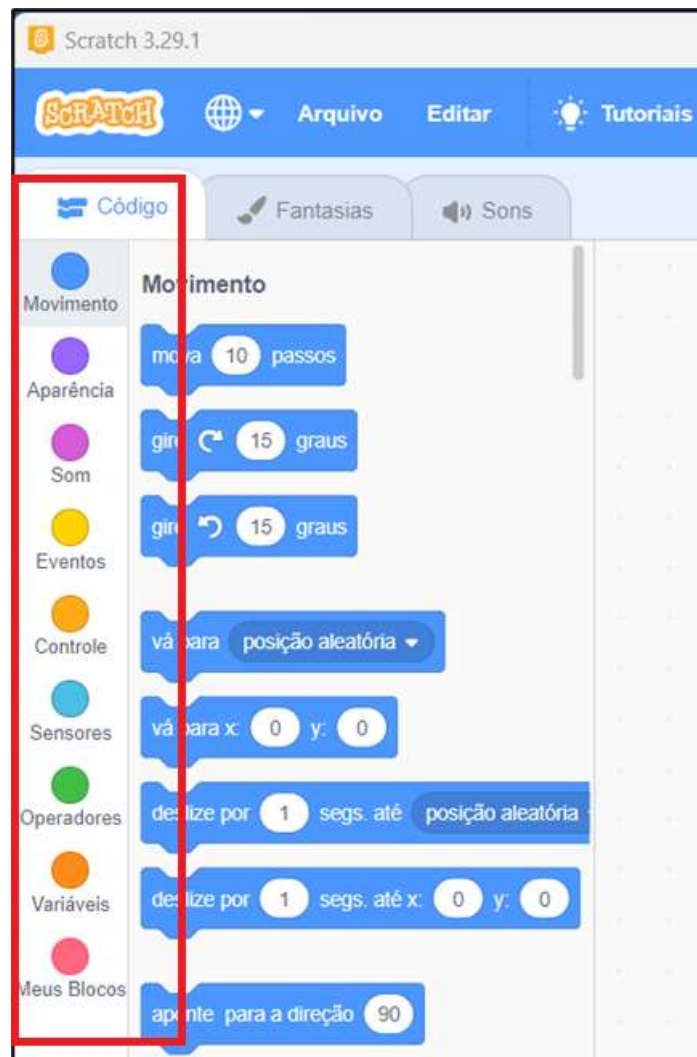


Figura 4 - Divisão dos códigos do Scratch em categorias

Fonte: Arquivo Pessoal

Para que Paulo buscasse a decomposição como forma de resolver seu problema questionei:

Professora-pesquisadora: Mas o lado para onde ele olha não está relacionado com a imagem dele “olhando” para o lado desejado? Observe o ator, ele está sempre “olhando” para a direita, então quando desloca para a esquerda parece que anda de costas.

Paulo: Está faltando o Sprite olhando para a esquerda.

Professora-pesquisadora: Você consegue criar uma fantasia do Sprite olhando para o outro lado?

Paulo: Não sei fazer isso não.

Nesse momento, Paulo manifestou frustração e impaciência na busca por uma solução para seu problema. Considerando maneiras de motivá-lo a continuar, recordei-me do conselho de Papert (1985, p. 49): “dar todo o apoio à criança enquanto ela constrói suas estruturas intelectuais com materiais obtidos na cultura que a circunda”. Observando os recursos disponíveis e pensando nas possibilidades de *abstração* e *automação*, recomendei:

Professora-pesquisadora: *Então vamos buscar outra solução. Vamos olhar para as ferramentas do ator, temos de “mostrar”, “ocultar”, “tamanho” e “direção” disponíveis no menu.*

Como recomenda Resnick (2020), utilizei a dica de aprendizagem criativa *incentive a exploração livre* e sugeri que Paulo buscasse ideias enquanto se divertia explorando as ferramentas que tinha à disposição. Ele utilizou as ferramentas de “mostrar” e “ocultar”, manifestando os *princípios matéticos do micromundo, da diversão e da exploração*. Papert (1985, p. 206) menciona que “o processo lembra as explorações com algo novo a fim de se familiarizar com ele; a aprendizagem consiste em construir um conjunto de materiais e ferramentas que podem ser manejadas e manipuladas”. Paulo optou por explorar o que tinha à sua disposição, conforme Resnick (2020, p. 194) orienta na dica de aprendizagem criativa *se não tiver ideia do que fazer, explore um pouco*.

Paulo ajustou as configurações de tamanho, mas percebeu que isso não afetava a orientação do Sprite. Ao clicar no ícone de direção, notou que poderia orientar o gato conforme a seta da ferramenta, e conseguiu alterar a direção do Sprite ao selecionar a opção Esquerda/Direita. Ao explorar as ferramentas e buscar novas formas de resolução em seu micromundo, Paulo demonstrou habilidades de *bricoleur*. Sua abordagem reflete a ideia de Papert (1985, p. 148), que sugere, “primeiro, relacione a novidade a ser aprendida com alguma coisa que você já sabe. Segundo, tome a coisa nova e torne-a sua: faça alguma coisa nova com ela, brinque com ela, construa com ela”.

Paulo interagiu e brincou com as ferramentas, alterou a posição da seta, clicou nos ícones e, finalmente, percebeu que quando a seta apontava para a direita, o *Sprite* virava-se para a direita, associando essa direção a um valor positivo e, através da possibilidade de *modelagem dinâmica*, pode observar as alterações conforme mudava os parâmetros. Da mesma forma, quando a seta

apontava para a esquerda, o *Sprite* virava-se para a esquerda e a direção tinha um valor negativo. “Uso o conceito de *bricolagem* para servir como uma fonte de ideias e modelos visando melhorar a habilidade de fazer — e consertar e melhorar — construções mentais” (Papert, 2008, p. 139).

A abordagem de exploração que envolvia brincar com algo novo e o micromundo com disponibilidade de ferramentas desempenharam papéis importantes enquanto Paulo desenvolvia seu projeto. Manifestando os *princípios matéticos da diversão e do micromundo*, ele brincou enquanto programava, o que estimulou seu interesse e curiosidade pelo que estava fazendo. A sugestão da dica de aprendizagem criativa *se não tiver ideia do que fazer, explore um pouco* foi uma prática valiosa que incentivou a experimentação e a descoberta.

O *princípio matético da exploração* abriu portas para a *modelagem dinâmica*, permitindo que Paulo visualizasse e compreendesse as mudanças das posições do *Sprite* em tempo real quando fez alterações nos parâmetros de sua programação. Esse aspecto dinâmico proporcionou uma compreensão das ações do *Sprite*, enquanto a *bricolagem* e a criação a partir de materiais disponíveis, possibilitaram a elaboração do algoritmo e o desenvolvimento do projeto, conforme desejado por Paulo. Portanto, a combinação de exploração livre, diversão, micromundo, sugestão de explorar quando não houver ideia clara, *modelagem dinâmica* e *bricolagem* proporcionaram um ambiente no qual ele não apenas aprendeu programação, mas também pode desenvolver habilidades de programação brincando com as ferramentas. A Figura 5 ilustra a exploração realizada por Paulo na busca da solução do problema da orientação do *Sprite*.

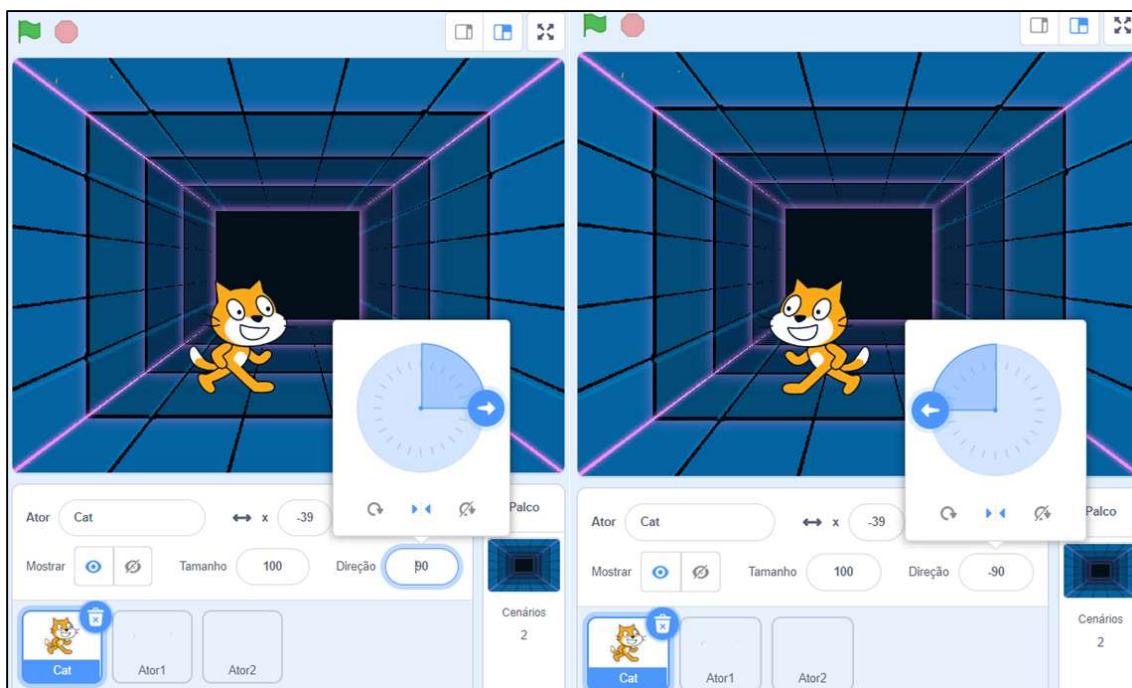


Figura 5 - Mudança de orientação do *Sprite*

Fonte: Arquivo Pessoal

Nesse momento, ele percebeu que, além de incorporar o bloco de movimento, era necessário adicionar um bloco que orientasse a imagem do ator conforme a direção do movimento. Assim, explorou os blocos disponíveis e identificou o bloco "aponte para a direção____", alcançando sucesso ao inserir 90 quando a seta para a direita era pressionada e -90 quando a seta para a esquerda era pressionada. Isso resultou no *Sprite* direcionando-se de acordo com o movimento executado. Na Figura 6 apresentamos os blocos de programação utilizados por Paulo para o movimento “realista” para a direita e a esquerda, com a inserção dos blocos de direção da imagem do *Sprite*.



Figura 6 - Programação de movimento “realista” direita/esquerda do *Sprite* com *bug*

Fonte: Arquivo Pessoal

No entanto, o movimento não ocorreu como esperado; quando o *Sprite* olhava para a direita, andava para a direita, mas quando olhava para a esquerda,

também andava para a direita. Surge uma situação de *surpresa conceitual* e como o resultado se distanciava do esperado, sugeri que Paulo tentasse identificar o problema que impedia o *Sprite* de se mover na direção correta. Papert (1985, p. 85) define o processo de *debugging* como “uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o *bug* ao invés de esquecê-lo”. Tal processo se efetivou nesse momento.

Ademais, sugeri que Paulo analisasse a questão que envolvia a direção e o movimento, utilizando a ideia de *decomposição* do pensamento computacional. Através de ideias do *princípio matético da exploração*, decidi fazer alguns questionamentos para que ele pensasse sobre o efeito do sinal negativo no movimento e na direção, afinal “podemos aprender melhor observando” (Papert, 2008, p. 195). Ao realizar a observação, Paulo fez uma “busca por uma sequência de repetições [que] envolve a descoberta de semelhanças e diferenças, produto do processo de comparação” (Maltempi, 2024, p. 3), e fez o *reconhecimento de padrões*, um dos pilares do pensamento computacional, quando percebeu que ao aplicar um sinal negativo à quantidade de passos no movimento do *Sprite*, o ator se movia na direção oposta. Além disso, notou que ao adicionar um sinal negativo à direção, não era mais necessário incluir um sinal negativo para o deslocamento de passos.

Professora-pesquisadora: Quando não mudávamos o valor da direção e pressionávamos seta para direita ou esquerda, os valores positivos e negativos indicavam movimentos opostos. Agora, com os valores de direção 90 e -90, o que acontece quando usamos positivo e negativo para indicar a direção dos passos?

Através desse questionamento, incentivei que Paulo assimilasse ideias relacionadas ao *princípio matético da valorização do erro*, através da habilidade de refletir sobre o que havia feito e sobre o que deveria fazer para realizar o *debugging*. Ele não me apresentou uma resposta, mas passou a brincar com o *Sprite*, modificando os valores dos parâmetros no bloco e percebeu que o gatinho andava na direção correta quando o número de passos era positivo e na direção oposta quando era negativo. Decidiu, então, ajustar o movimento para 10 passos ao pressionar a tecla da esquerda, mantendo a alteração da direção para -90. Ao executar o código, concluiu que o lado para o qual o *Sprite* se movia

em passos dependia da direção em que o *Sprite* "olha". Os blocos de programação utilizados por Paulo para o movimento "realista" nas direções direita e esquerda foi corrigido em função da direção da imagem de *Sprite* e ficaram como ilustrado na Figura 7:

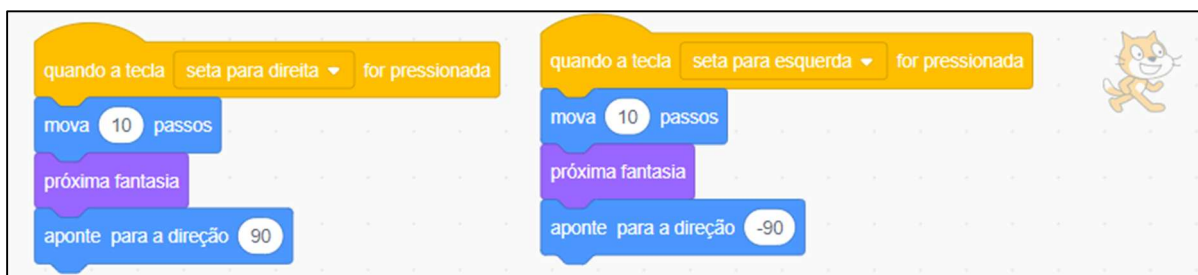


Figura 7 - Programação de movimento "realista" direita/esquerda do *Sprite* após a depuração
Fonte: Arquivo Pessoal.

Isso revelou o uso de estratégias que envolviam *decomposição*, *abstração* e *modelagem dinâmica*. Paulo conseguiu desenvolver um *algoritmo* em que o *Sprite* realizasse o que ele planejou. Papert (1985, p. 214) afirma que para tornar o pensamento estruturado poderoso, "transmitimos um estilo cognitivo do qual um dos aspectos é facilitar a conversa sobre o processo de pensamento". Observamos que Paulo conclui a programação dos blocos, seguindo o processo destacado por Maltempi (2024), que envolve a decomposição do problema, a compreensão e resolução de problemas menores antes de realizar a composição final.

Diante do exposto, notamos que os *princípios matéticos da valorização do erro e da exploração*, a *surpresa conceitual*, a *modelagem dinâmica*, o *debugging*, a *decomposição* e *reconhecimento de padrões* desempenham papéis interconectados. O *princípio matético da valorização do erro* trouxe uma oportunidade para a aprendizagem, pois, a partir dele, encorajei Paulo a ver os *bugs* como pontos de partida para compreensão dos problemas. O *princípio matético da exploração* colocou Paulo em contato com estratégias da resolução de problemas. A *surpresa conceitual*, por sua vez, surgiu quando as experimentações o levaram a descobertas inesperadas relacionadas ao movimento e direção do *Sprite*, ampliando sua visão sobre conceitos matemáticos e computacionais. Quando realizou o *debugging*, Paulo demonstrou o desenvolvimento da habilidade de identificar e corrigir erros. Quando buscou a *decomposição*, quebrando problemas complexos em partes

menores, Paulo resolveu seu problema de forma mais simples. Ao realizar o *reconhecimento de padrões*, observamos a manifestação do *princípio matético da exploração*, quando, durante o desenvolvimento de seu projeto generalizou conceitos e conseguiu aplicá-los em diferentes contextos.

Analisei, então, o código desenvolvido por ele, falei em voz alta o que ele programou para cada tecla e pedi que estruturasse seu pensamento em relação aos blocos de comandos programados.

Professora-pesquisadora: Quando a tecla “seta para direita” for pressionada, mova 10 passos, próxima fantasia e aponte para a direção 90. Quando a tecla “seta para a esquerda” for pressionada, mova 10 passos, próxima fantasia e aponte para a direção -90. Agora me explique o que o seu programa faz.

Paulo: Os valores 90 e -90 da direção são para saber o lado que o Sprite “olha” e a direção dos passos depende do lado que ele “olha”, se “olha” para a direita, anda para direita e se “olha” para a esquerda, anda para esquerda.

Papert (1985, p. 144) evidencia, em suas experiências, que “podemos ver isto na alegria e na vivacidade das crianças quando nos explicam o que entenderam.” Paulo expressa grande satisfação ao conseguir programar o *Sprite* para andar para frente e para trás, garantindo que ele esteja olhando na direção correta do movimento e movimentando as pernas de forma a simular o ato de caminhar ao descrever o que era esperado em seu projeto. Ele se sentiu capaz de desenvolver o projeto e demonstrou estar no controle, conferindo a possibilidade de *agência* do pensamento computacional à experiência vivenciada por ele.

No final do encontro, perguntei ao Paulo como programar no Scratch um ator movendo-se para a direita e para a esquerda no cenário. Ele explicou que podemos utilizar o bloco "mover 10 passos" para ir para a direita ou "mover -10 passos" para ir para a esquerda. Pedi que ele observasse o projeto que tinha acabado de finalizar e ele falou que também podemos determinar a direção como 90 para mover para a direita e -90 para mover para a esquerda e adicionar o bloco de mover 10 passos. Isso reforça a ideia de Papert (1985, p. 123) sobre

encorajar a criança “a tornar-se “craque” no reconhecimento e na escolha entre vários estilos de pensamento”.

Ao final da explicação, Paulo disse “Prô! Tem um monte de jeito de programar a mesma coisa, só que fica um pouquinho diferente, né?” demonstrando habilidades relativas ao *princípio matético da reflexão*, além de revelar capacidade de identificar estratégias eficazes para solucionar o seu problema. Papert (1985, p. 83) afirma que uma situação como esta, em que o aprendiz identifica diferentes formas de fazer a mesma coisa “coloca o estudante em contato com idéias genéricas poderosas e fundamentais” ou, como afirma Valente (2016, p. 864), Paulo usou “o computador como um instrumento de pensar com e pensar sobre o pensar”, atendendo a recomendação de Resnick (2020, p. 206), uma vez que refletiu sobre seu próprio pensamento e isso faz com que esteja “mais [...] [aberto] a refletir sobre seus próprios pensamentos e, assim, [...] [saberá] melhor como fazer isso” e poderá se tornar um pensador criativo.

Ao notar que podia alcançar resultados semelhantes através de diferentes combinações de blocos, Paulo revelou uma abordagem singular em nossa experiência com as crianças. Como Resnick (2020, p. 81) observa no princípio orientador de *projetos*, “a forma como vários *scratchers* começam a se perceber como criadores, desenvolvendo confiança e orgulho em sua capacidade de criar coisas e de se expressar fluentemente com novas tecnologias”. Consideramos a reflexão de Paulo bastante sofisticada, indicando que ele não apenas dominava os conceitos básicos, mas também demonstrava compreensão acerca dos princípios de programação e revelava indícios que estava aprimorando sua capacidade de *abstração* e *agência*, que são característicos do pensamento computacional. Ao elaborar o *algoritmo*, ele pôde, como observam Gadanidis *et al.* (2016, p. 91, tradução nossa), “escrever o código de maneiras que façam sentido pessoalmente e podem desviar-se da tarefa específica para explorar problemas ou extensões relacionadas”.

Paulo, ao concluir sua programação, expressou sua percepção sobre as diferentes abordagens para alcançar o mesmo resultado, demonstrando habilidades alinhadas ao *princípio matético da reflexão* e com o *reconhecimento de padrões*. Essa habilidade de se conectar com ideias fundamentais indicou que Paulo alcançou um senso de *agência*, demonstrando aprimoramento de sua

capacidade de *abstração*, além de demonstrar habilidades referentes aos *algoritmos*, quando se mostrou capaz de escrever o código de maneiras pessoalmente significativas, evidenciando as convergências do *princípio matético da reflexão* com as características do pensamento computacional e a dica de aprendizagem criativa *abrace todas as formas de fazer*.

No encontro subsequente, no dia 24 de março de 2023, Paulo decidiu aprimorar a programação do *Sprite*. Além dos movimentos para a direita e para a esquerda, desejava programar um salto para cima com uma queda lenta, buscando conferir um aspecto "realista", conforme suas próprias palavras.

Paulo encontrou, beneficiando-se das *paredes largas* do pensamento computacional, um tutorial de um jogo de perseguição, no qual as setas do teclado são utilizadas para movimentar o ator para direita, esquerda, cima e baixo. A disponibilidade do tutorial se deu graças ao *princípio matético do espaço* que colocou Paulo em contato com ideias que ultrapassam o espaço físico da sala onde desenvolvem os projetos, pois alguém já havia programado o deslocamento usando as setas direcionais e o código estava disponível para ele se inspirar. Enquanto observava o tutorial, ele fez o *reconhecimento de padrões* do movimento com as setas e demonstrou grande frustração por não ter procurado antes informações no tutorial para programar.

A situação descrita ressaltou a sinergia entre o *princípio matético do espaço*, as *paredes largas* e o *reconhecimento de padrões*. Para identificar elementos relevantes para seu projeto, Paulo percebeu o que é pertinente, realizando isso por meio do *reconhecimento de padrões*. Sem acesso a essas informações fora do ambiente do Samuca, numa plataforma digital, ele teria enfrentado mais desafios para solucionar seu problema.

Percebi que Paulo ficou desmotivado ao encontrar o que havia feito pronto no tutorial, algo que, na sua perspectiva, levou muito tempo para descobrir estava pronto no menu do Scratch. Esclareci a ele que era comum passar por esta situação no processo de aprendizagem, afinal, segundo o *princípio matético do tempo* “sempre leva tempo para se identificar e eliminar bugs. Sempre leva tempo para se aprender habilidades necessárias. O que pode ser eliminado são os métodos ineficientes e cheios de desperdícios” (Papert, 1985, p. 141). Como Resnick (2020, p. 208) propõe “trabalhar em projetos criativos leva tempo,

principalmente se as crianças estiverem constantemente fazendo experimentos e explorando ludicamente novas ideias”.

Ressaltei que ele e outras pessoas passaram bastante tempo pensando e programando antes de chegar ao que foi apresentado no tutorial, que os blocos utilizados na programação da perseguição eram diferentes dos utilizados por ele e que o tutorial não executava exatamente os mesmos movimentos que ele havia programado. Um colega também se manifestou para motivá-lo, dizendo que era importante ele ter criado sozinho sem recorrer ao tutorial, valorizando a descoberta de Paulo.

Diante da situação, Paulo tomou a decisão de temporariamente deixar de lado o projeto que envolvia programar os movimentos e o salto realista do *Sprite*. Durante esse período, ele se dedicou a explorar os tutoriais e blocos disponíveis no Scratch. Durante a pausa, respeitei a decisão de Paulo, reconhecendo que, segundo o *princípio matético da interação e mediação* “se pudermos encontrar um lugar honesto para o pensamento científico nas atividades que a criança sente como importantes e pessoais, estaremos abrindo as portas para um padrão de aprendizagem mais coerente e sintônico” (Papert, 1985, p. 122). Observei que ao realizar a pausa e buscar novas ideias, Paulo agiu de acordo uma situação sugerida por Resnick (2020, p. 200), “você precisa saber quando fazer uma pausa. Depois de descansar um pouco, pode voltar ao projeto com ideias renovadas”.

O *princípio matético do tempo* proporcionou a Paulo vivenciar novas experiências e buscar ideias para superar as dificuldades encontradas que, neste momento, não se limitavam a aspectos da programação, mas também da relação que ele estabeleceu com seu projeto e as ferramentas disponíveis. Enquanto realizou uma pausa em seu projeto, buscou informações e ideias que extrapolavam aquilo que havia programado nos encontros, em convergência com a dica de aprendizagem criativa *muitas coisas podem dar errado; prenda-se a isso*. O *princípio matético da interação e mediação* colocou Paulo em contato com ideias que o motivaram a continuar a programação do *Sprite* e respeitavam que ele retomasse quando se sentisse preparado para isso, favorecendo o processo de sensação de *agência* do pensamento computacional no projeto que havia elaborado.

Sempre que surgia a oportunidade, eu o questionava sobre quando retomaria seu projeto. Após alguns encontros, no dia 10 de abril de 2023, ele decidiu dar continuidade à programação do movimento “realista”, revelando uma retomada do interesse no projeto inicial.

Ao tentar reproduzir as instruções do tutorial do jogo de perseguição, Paulo manifestou o que observamos na dica de aprendizagem criativa *não há nada de errado em copiar (para ter uma ideia)*. Ele notou que seu ator apenas se movia para direita e esquerda, mesmo quando pressionava as teclas de cima e de baixo. Para solucionar o problema, ele tentou utilizar a estratégia do problema anterior em sintonia com a ideia de *reconhecimento de padrões* e com o *princípio matético da conexão*, reforçando o que Papert (1985, p. 166) afirma sobre alunos que trabalham em ambientes influenciados pelos princípios matéticos, segundo o autor eles “descobrem fatos, fazem generalizações de proposições, e aprendem habilidades”.

Paulo empregou a *modelagem dinâmica*, que segundo Gadanidis *et al.* (2016, p. 89) possibilita “experimentar modificações de código proporciona experiência prática com os conceitos e convida a perguntas sobre os papéis e o impacto dos vários parâmetros”, e o *reconhecimento de padrões* característicos do pensamento computacional para revelar o *princípio matético da conexão* e buscar um tutorial que correspondesse às suas expectativas e servisse para aprimorar o movimento do *Sprite*.

Paulo alterava a orientação do *Sprite* para mudar a direção do movimento e notou que só era possível corrigir a direção do *Sprite* selecionando a troca da orientação apenas para esquerda/direita, como destacado na Figura 8 e que para realizar o movimento para cima e para baixo deveria buscar outra solução.

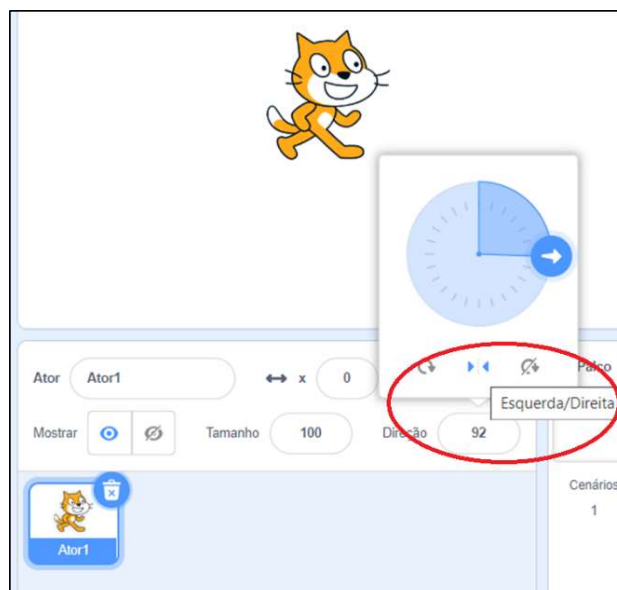


Figura 8 - Programação da direção do Sprite selecionando o parâmetro Esquerda/Direita
Fonte: Arquivo Pessoal

Quando Paulo mudou os valores do parâmetro direção com o ícone rotação completa acionado, notou que não era possível realizar o movimento horizontal/vertical com o *Sprite* “na posição do salto”. Em seu olhar, mudando a rotação poderia deixar o *Sprite* deitado, mas não na posição correta do salto. Durante algum tempo, ele brincou com os valores que alteram a direção do *Sprite*, utilizando possibilidades da *modelagem dinâmica*, através da função esquerda/direita e a função rotação completa, corroborando o *princípio matético da diversão*, quando Papert (1985, p. 79) menciona que “para a maioria das crianças, esses números têm que ser explorados, e fazer isso é um processo cheio e prazer e divertimento.” Essa situação exemplificou um caso de convergência entre o *princípio matético da diversão* e a *modelagem dinâmica*, pois Paulo se divertiu com os resultados da imagem de *Sprite* enquanto realizou as alterações dos parâmetros. A seguir, a Figura 9 ilustra o uso da rotação completa para indicar a direção da imagem do *Sprite*.

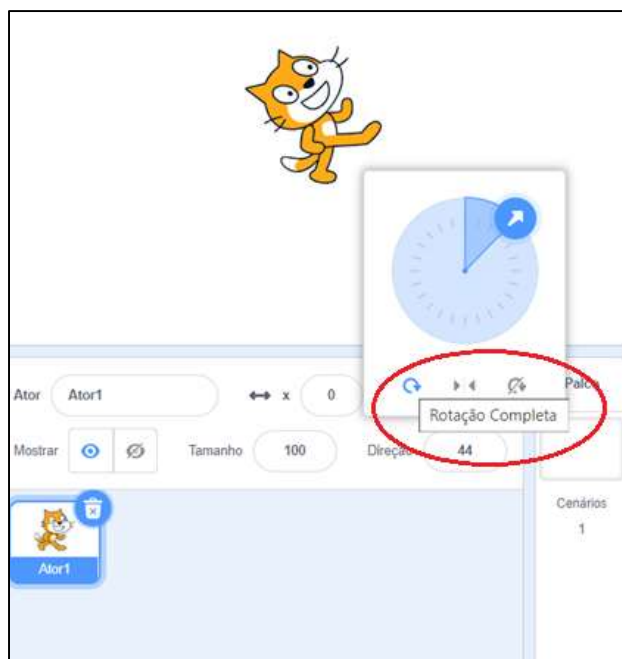


Figura 9 - Programação da direção do Sprite selecionando o parâmetro Rotação Completa
Fonte: Arquivo Pessoal.

Retornando às instruções do tutorial, expliquei para Paulo que há uma diferença entre os blocos usados para os movimentos direita/esquerda e para cima/baixo, relacionada ao eixo em que o ator se move. Além disso, esclareci que o movimento em x representa o deslocamento horizontal, enquanto o movimento em y representa o deslocamento vertical. Paulo corrigiu o movimento das setas utilizando os blocos “adicione __ a x” e “adicione __ a y” e obteve sucesso nas direções do movimento sincronizadas com as setas.

Mesmo realizando os movimentos de acordo com as setas direcionais, Paulo manifestou o desejo de programar um salto realista para o *Sprite* e questionou: “Como que faz ele cair quando ele pular?”. Pedi que ele detalhasse melhor o que pretendia realizar e, então, executou o movimento de salto, usando seu próprio corpo, indicando o princípio orientador de *pensar brincando*. Nesse momento, lembrei-me da argumentação de Papert (1985, p. 185) sobre a geometria:

A geometria criou vida quando a conectamos aos seus precursores pertencentes às experiências humanas mais fundamentais: a experiência do próprio corpo no espaço. Similarmente, a matemática formal adquirirá vida quando pudermos desenvolver, para cada aprendiz, vínculos com seus precursores de procedimentos.

Solicitei que ele observasse as características tanto na subida quanto na descida do próprio salto, para que pudesse imaginar quais blocos seriam necessários para programar o salto “realista”. Papert (2008, p. 58) constata que

O contraste entre a fluência oral e a escrita laboriosa é muito comum e é uma importante causa de analfabetismo; as pessoas que sabem, a partir de suas habilidades orais, o que é usar a linguagem fluentemente são desencorajadas por sua própria falta de jeito quando se veem forçadas a escrever e, com frequência, simplesmente terminam recusando-se a fazê-lo.

Paulo realizou o salto realista, pois “a idéia é dar às crianças meios de pensar sobre si mesmas como se ‘fizessem ciência’ quando estão fazendo algo agradável com seu corpo” (Papert, 1985, p. 122), seguindo o *princípio matético da reflexão*. Pedi, então, que ele observasse e descrevesse o movimento realizado pelo seu corpo através de alguns questionamentos, uma estratégia da aprendizagem criativa,

é ótimo que as crianças se envolvam em projetos, mas também é importante que elas deem um passo para trás e reflitam sobre o que está acontecendo. Você pode incentivá-las a refletir fazendo perguntas sobre seus projetos (Resnick, 2020, p. 211).

Iniciei o seguinte diálogo para que Paulo refletisse sobre cada parte do movimento:

Professora-pesquisadora: Quando você pula, você primeiro se desloca para onde?

Paulo: Para cima.

Professora-pesquisadora: Depois você se desloca para onde?

Paulo: Para baixo.

Professora-pesquisadora: Vamos tentar fazer isso no Scratch?

Paulo: Bora.

Retomei explicando que os movimentos em x são horizontais, enquanto os movimentos em y são verticais. Paulo concluiu que deveria utilizar o bloco "mover ____ em y" para realizar o movimento do salto e acrescentou que o valor deveria ser positivo para subir e negativo para descer. Após esse raciocínio, ele continuou a pular na sala. “Pode levar tempo para construir o desejado no computador, mas, uma vez conseguido, você pode movimentar o próprio corpo com ela, sentindo a emoção do sucesso de uma forma corporal muito direta” (Papert, 2008, p. 58).

Depois de realizar o salto algumas vezes e refletir sobre a posição dos blocos, ele concluiu que após subir era necessário descer, mas que o gato precisava descer "no sentido certo". Depois, complementou dizendo que precisava esperar 2 segundos antes de descer. Portanto, para realizar o salto "realista" na concepção de Paulo, era necessário subir, aguardar um tempo e depois descer, e o que expressou como "sentido certo" era, na verdade, o "tempo certo".

Após passar pelo processo de *abstração* do movimento do salto, Paulo decidiu expressar o movimento em *algoritmo*, utilizando os seguintes blocos: "quando a tecla 'espaço' for pressionada", "adicione 10 a y", "adicione -10 a y" e "espere 2 seg". No entanto, ao pressionar a tecla 'espaço', percebeu que o *Sprite* não se movia. Apesar de ter utilizado o bloco de esperar 2 segundos, ele o inseriu após os dois blocos anteriores. Ao questioná-lo sobre a razão do *Sprite* não se movimentar, reconheceu que sua programação estava incorreta, deparando-se novamente com uma *surpresa conceitual*, mas não conseguia identificar o motivo. Voltei a abordar o que acontecia com o corpo dele quando saltava, e ele, ao pular, concluiu que ele sobe e desce.

Ao constatar o comportamento do seu corpo durante o salto e o movimento do *Sprite*, Paulo analisou os blocos, empreendendo a resolução de seu problema, seguindo a sugestão da aprendizagem criativa no que tange à reflexão, e manifestou ações alinhadas ao *princípio matético da reflexão*. Nesse contexto, ele utilizou a *abstração* e o *algoritmo* para expressar suas ideias, e quando o resultado se mostrou diferente das expectativas, pois *Sprite* realiza o movimento de subida e descida sem o intervalo que Paulo imaginou, emergiu a possibilidade de uma *surpresa conceitual*. Revelou-se, assim, a convergência entre o *princípio matético da reflexão*, o uso do *algoritmo* e a ocorrência da *surpresa conceitual*.

Seguindo o *princípio matético da valorização do erro*, em que "os erros são benéficos porque nos levam a estudar o que aconteceu, a entender o que aconteceu de errado e, através do entendimento, a corrigi-los" (Papert, 1985, p. 141), retomei a fala anterior em que Paulo descreveu o movimento e pedi que observasse os blocos de programação, questionando quando deveríamos esperar, já que esperar ao final do movimento não estava funcionando. Ele percebeu que o bloco de espera estava posicionado de maneira inadequada e o

inseriu entre os blocos de subida e descida, alcançando assim o resultado desejado.

Depois de criar o movimento realista, Paulo tentou implementar a troca de fantasias para simular o movimento do corpo de *Sprite* no salto. No entanto, diferente da situação do caminhar, não encontrou uma fantasia que transmitisse a impressão do movimento de salto. Tentei convencê-lo a editar imagens do *Sprite* e obter a fantasia desejada; ele tentou desenhar algumas fantasias, modificando as pernas do *Sprite* para que visualmente tivéssemos a impressão de flexão de pernas para o salto, mas não dedicou muito tempo a isso, quando percebeu que seria um trabalho difícil e que levaria tempo, decidiu finalizar o projeto. O código final é mostrado na Figura 10.

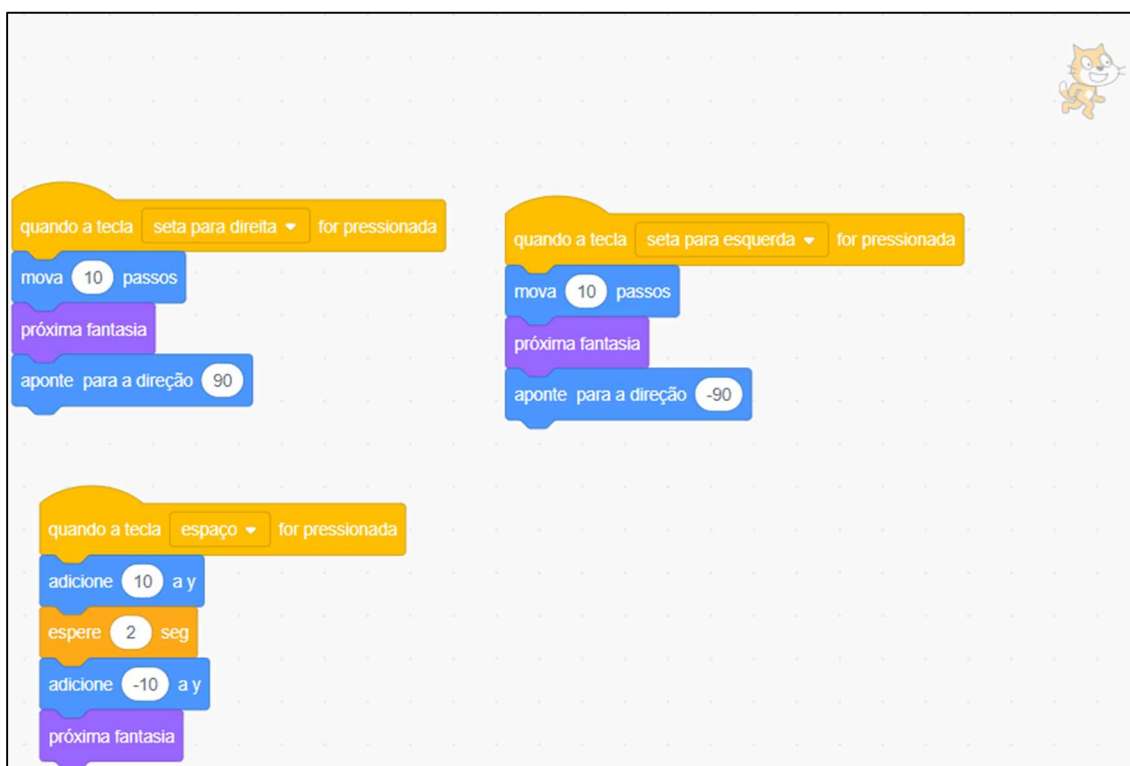


Figura 10 - Programação do Movimento “realista” do *Sprite*
Fonte: Arquivo Pessoal.

Ao concluir seu projeto, solicitei a Paulo que explicasse sua programação. Ele esclareceu que ao pressionar a seta para a direita, o *Sprite* se movia para a direita, olhando para o mesmo lado e movimentando as pernas. Ao pressionar a seta para a esquerda, o *Sprite* se movia para a esquerda, olhando para o mesmo lado e movimentando as pernas. Além disso, ao pressionar a tecla espaço, o *Sprite* realizou um salto, subindo, aguardando um pouco e descendo. Paulo

mencionou que gostaria de usar o bloco de troca de fantasias para representar o salto, mas observou que não conseguiu criar uma fantasia adequada para o movimento e que desta forma finalizou o projeto com o movimento realista do *Sprite*.

Durante o desenvolvimento do projeto, Paulo se divertiu ao observar os movimentos do *Sprite* e as surpresas relacionadas às ações do gatinho quando utilizava blocos que não resultavam conforme o esperado na concepção da programação.

As crianças experimentaram o movimento realista do *Sprite* e ficaram fascinadas. Paulo e seus colegas perceberam que ele foi além do proposto nos tutoriais de movimento, pois conseguiu programar os movimentos de forma a criar a sensação de movimento nas pernas do gatinho e que o salto do *Sprite* não era simplesmente um movimento para cima e para baixo, manifestando o *princípio matético do poder* e a capacidade de aprimorar habilidades de “adquirir sensibilidade para discriminar sutilezas que há pouco pareciam impossíveis de se notar” (Papert, 1985, p. 166).

Paulo enfrentou momentos de frustração e problemas que não conseguiu resolver imediatamente, resultando em atrasos e pausas em relação ao seu planejamento. Inicialmente, ele acreditava que poderia finalizar o movimento e dedicar seus esforços a um jogo semelhante aos que costumava jogar em plataformas digitais em dois ou três encontros, mas percebeu que precisaria se dedicar por mais tempo caso decidisse programar jogos com movimentação de atores. Paulo estava tomando consciência do *princípio matético do tempo*, como afirma Papert (1985, p. 141) “sempre leva tempo para se aprender habilidades necessárias”.

Ao questioná-lo sobre o desenvolvimento de projetos de jogos, Paulo reconheceu a complexidade envolvida na programação de jogos. Ele destacou a necessidade de lidar com diversos atores e seus movimentos, além dos cenários e transições de cenários para garantir que o jogo tivesse um aspecto “realista”. Paulo também mencionou a dificuldade em sincronizar os sons e imagens para os efeitos do jogo. Diante dessas considerações, decidiu se limitar ao programa do movimento do *Sprite*, concentrando seus esforços nessa parte específica da programação e concluiu que fazer um jogo daria muito trabalho e

que seriam necessários muitos atores, cenários, blocos, sincronias e programações para que o jogo ficasse parecido com os que ele conhecia.

Vale destacar que, enquanto as crianças programavam seus projetos no Scratch, eu circulava pelas mesas, orientando aqueles que pediam ajuda ou intervindo conforme observava a necessidade, sempre incentivando o compartilhamento de ideias. Essa atitude reforçou o *princípio matético social* do ambiente em que as crianças desenvolveram seus projetos de programação e visou a promoção das *paredes largas*. Durante os encontros, as crianças experimentavam os projetos desenvolvidos pelos colegas e colaboravam no aprimoramento e criação de novas ideias. Esse ambiente de troca favoreceu a colaboração, permitindo que cada participante contribuísse com diferentes perspectivas e habilidades para o desenvolvimento dos projetos em colaboração.

5.1.1. Compreensões das manifestações dos princípios matéticos no projeto Movimento “realista” do Sprite

Observamos que Paulo desenvolveu o projeto de programação motivado por seu interesse em jogos, demonstrando o *princípio matético pessoal*. Ele colaborou com outras crianças, compartilhando ideias e buscando soluções, além de permitir a todos a possibilidade de executar o movimento “realista” do Sprite, reforçando ideias relacionadas ao *princípio matético social*.

Embora tenha se sentido frustrado ao descobrir que a programação do movimento dos atores com as setas direcionais do teclado estava disponível no tutorial, Paulo reconheceu a originalidade de seu projeto ao se concentrar na orientação e no movimento do corpo durante o deslocamento, revelando características associadas ao *princípio matético do poder*. A busca pelos tutoriais, as reflexões que surgiram após o contato com ideias de outras pessoas e a possibilidade de usar o Scratch em casa fortaleceram a importância do *princípio matético do espaço* que o colocou em contato com ideias e com o desenvolvimento do projeto além do espaço físico da sala de inclusão digital.

Ao programar os movimentos do Sprite, Paulo utilizou as ferramentas disponíveis no ambiente de programação Scratch. No entanto, ao desejar criar o salto do gatinho, ele adotou uma abordagem de *bricoleur*, explorando as

ferramentas do ambiente de aprendizagem e ferramentas que estavam além do ambiente de programação, reforçando ideias do *princípio matético do micromundo*. Para programar o salto do Sprite, Paulo utilizou seu corpo e diferentes formas de comunicação para analisar a forma como poderia descrever o movimento. Ele planejou a comunicação de cada etapa do processo e depois utilizou a linguagem de programação para executar o passo a passo do movimento. Paulo explorou diferentes formas de expressão e organizou a explicação em diferentes linguagens, mobilizando diferentes formas de pensar e reforçando o *princípio matético da comunicação*.

Paulo não foi pressionado para finalizar o projeto, o tempo para elaboração foi respeitado, inclusive ele abandonou o projeto em alguns momentos e isso ressaltou a importância do *princípio matético do tempo* no ambiente de aprendizagem. Respeitar o tempo permitiu que Paulo utilizasse estratégias de resoluções de problemas no desenvolvimento de seu projeto e ressaltando aspectos do *princípio matético da exploração*.

Durante o tempo dedicado ao projeto, Paulo teve a oportunidade de vivenciar genuinamente o papel do desenvolvedor de jogos. A liberdade para desenvolver seu projeto em um ambiente que incentivava a exploração, investigação, inventividade e criatividade, permitiu-lhe seguir ideias alinhadas ao *princípio matético da interação e mediação*. Ao se perceber como desenvolvedor de jogos, ele se conectou a conceitos fundamentais e, ao longo de sua experiência com o projeto, descobriu que podia programar as mesmas ações de diversas formas e que programar um jogo completo seria algo muito sofisticado, habilidades associadas ao *princípio matético da reflexão*.

Ao longo da busca pela resolução de problemas ele se deparou com erros e passou a enfrentá-los de forma a depurá-los e não mais apagar o código, ele passou a enxergá-los como fonte de informações para alcançar a solução de seus problemas, em consonância com o *princípio matético da valorização do erro*. Para corrigir erros e desenvolver partes do algoritmo, ele usou como referência situações que já havia enfrentado, demonstrando habilidades relacionadas ao *princípio matético da conexão*.

Ao desenvolver o movimento “realista” do *Sprite*, Paulo demonstrou prazer nas atividades. Em alguns momentos trabalhou sozinho, em outros, colaborou com colegas, e em ambas as situações pudemos observar ele e as

outras crianças se divertindo. A alegria e o entusiasmo de criar algo pessoalmente significativo para ele ficaram evidentes ao longo do projeto, refletindo o *princípio matético da diversão*.

Concluimos que, na análise da manifestação dos princípios matéticos no projeto desenvolvido por Paulo, identificamos todos os princípios sistematizados na pesquisa, alguns de forma recorrente. Além disso, foram evidenciados aspectos do pensamento computacional e da aprendizagem criativa, reforçando empiricamente as aproximações entre esses conceitos e os princípios matéticos. Essa análise nos permitiu compreender como os princípios matéticos se revelam na prática, destacando-se como fundamentais para o protagonismo e autonomia da criança quando ela desenvolve projetos de programação. A manifestação desses princípios matéticos promoveu uma compreensão mais profunda de Paulo em relação a si mesmo como aprendiz e criador, integrando habilidades técnicas e criatividade de forma autêntica e envolvente.

5.2. Projeto 2: Jogo do Macaquinho Comilão

O projeto *Macaquinho Comilão* foi criado por Maria⁸, uma menina de 11 anos que frequentava o Samuca no grupo E, durante o período da manhã, e era aluna do 6º ano na Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Zulmar Deoclécia Pintor Bernardes à tarde. Maria, inicialmente era muito tímida, gradualmente começou a se sentir mais confortável para conversar comigo e com os colegas sobre os projetos que desenvolveu.

Decidimos analisar o projeto de Maria por sua dedicação aos encontros da pesquisa. Ela era assídua e participava ativamente de todas as atividades, o que levou a reduzir a frequência em outras atividades oferecidas no Samuca. Maria desenvolveu outros projetos além do jogo *Macaquinho Comilão* e foi a criança que finalizou mais projetos durante nossos encontros. Entre suas criações, estão um jogo sobre o reconhecimento de bandeiras de países, uma história baseada em diálogos entre personagens e cartões comemorativos.

O projeto *Macaquinho Comilão* foi escolhido por ter sido concluído por Maria e por integrar diversos elementos, como a movimentação e interação dos atores, sons, sensores, variáveis e o uso de um dispositivo robótico, o que

⁸ O pseudônimo Maria, em referência a Maria Montessori.

conferiu ao projeto a *sensação tangível*. Concordamos com Azevedo (2022, p. 36) sobre o uso da linguagem de programação e dispositivos robóticos

[...] não seria mais o instrumento que pensa pelo aluno, nem um instrumento que fornece respostas prontas para ele, mas uma ferramenta com a qual o aluno expressa seus pensamentos e tem a possibilidade de construir o seu conhecimento ao criar novas coisas.

Observamos a manifestação do *princípio matético social* quando notamos que o projeto despertou o interesse dos colegas, que colaboraram ativamente durante o desenvolvimento, ajudando a resolver problemas e sugerindo ideias para a implementação do algoritmo. Após a conclusão, todos puderam experimentar o jogo e o entusiasmo gerado refletiu-se no engajamento e na participação dos outros alunos, tornando-o um exemplo de interação e colaboração.

Inspirada pelos exemplos de projetos apresentados no encontro de 13 de março de 2023, Maria decidiu programar um jogo de perseguição, ela se favoreceu da dica de aprendizagem criativa que diz "*não há nada de errado em copiar*" (*para ter uma ideia*), mesmo sem conhecê-la. O *princípio matético do espaço* e a possibilidade das *paredes largas* se evidenciaram quando, através de um tutorial disponível no *site* do Scratch, ela analisou os blocos de um jogo de perseguição, em que um polvo, controlado pelas setas direcionais do teclado, persegue uma estrela-do-mar que surge em posições aleatórias no fundo do mar. No exemplo do tutorial, quando o polvo atingia a estrela-do-mar, um som era reproduzido. Ao examinar os blocos de programação mostrados no tutorial, Maria começou a planejar seu próprio jogo de perseguição. Seguindo as possibilidades de *piso-baixo* e *teto-alto*, observamos como ela, a partir das instruções fornecidas, desenvolveu algo mais elaborado, incorporando novas ideias e aprimorando a ideia original.

Maria escolheu cenários, personagens e blocos de programação para criar sua versão, evidenciando o *princípio matético da conexão*, ao aplicar os conhecimentos adquiridos através do tutorial para desenvolver o seu próprio jogo, fazendo com que aquilo a ser aprendido tenha sentido (Papert, 1985).

Maria decidiu então programar um macaquinho para perseguir um pote de geleia. Seguindo o passo a passo do tutorial, ela não encontrou dificuldades em programar o movimento do macaquinho usando as setas direcionais. Notei que, inicialmente, Maria usou blocos de movimento para adicionar os valores 10

e -10 a x para o movimento horizontal. Ao observar o tutorial e realizar alguns testes, ela percebeu que valores positivos causavam movimentos para a direita, enquanto valores negativos resultavam em movimentos para a esquerda.

Nesse momento, Maria esboçou uma reta numérica e observou que entender o conceito do movimento com os blocos não era difícil, já que na escola ela estava aprendendo sobre números positivos e negativos. Ela explicou que, na reta numérica, os números positivos sempre se posicionam à direita e os negativos à esquerda. Essa percepção de Maria demonstrou que “Podemos aprender mais, e mais rapidamente, tendo controle consciente do processo de aprendizagem” (Papert, 1985, p. 141), observamos a manifestação do *princípio matético da reflexão*, pois ela relacionou o conteúdo aprendido na escola com o que estava sendo explorado na programação, aplicando seus conhecimentos de maneira prática e contextualizada. Ao fazer o *reconhecimento de padrões*, Maria se aproximou do que Papert (1985, p. 172) afirma sobre “idéias ou ‘padrões’ intuitivos e muito gerais, usados pelos físicos para pensar problemas antes mesmo que possam decidir que princípios quantitativos aplicar”.

Buscando me fundamentar no *princípio matético da exploração*, a partir do “princípio de Polya de entender o novo associando-o com o velho” (Papert, 1985, p. 156), perguntei a Maria o que aconteceria com a posição na reta se eu adicionasse um número positivo, e ela me mostrou que se moveria para a direita. Quando repeti a pergunta em relação a um número negativo, ela pensou por um momento e respondeu que a posição se moveria para a esquerda. Desenvolvendo habilidades relativas à *abstração*, nesse momento Maria compreendeu que os blocos de movimento “adicione ___ a x” funcionavam de forma semelhante aos números na reta numérica que ela estava estudando na escola, revelando em seu raciocínio quais elementos são relevantes e quais não são para a resolução de seu problema (Navarro, 2021).

Evidenciando aspectos relacionados ao *princípio matético da conexão*, Maria tentou aplicar o mesmo raciocínio para o movimento vertical, relacionando a novidade a ser aprendida com algo que ela já sabia (Papert, 1985). No entanto, ao executar o programa e pressionar as teclas para cima e para baixo, percebeu que o movimento esperado não acontecia, pois ela havia repetido os blocos usados para o movimento horizontal.

Ao revisar o tutorial e desenvolver habilidades relacionadas ao *algoritmo*, "concebido como uma sequência de passos ordenados de tal forma a se alcançar um objetivo" (Barbosa, 2024, p. 187), Maria me questionou sobre a diferença entre os blocos "adicionar ____ a x" e "adicionar ____ a y" no que diz respeito ao movimento.

Maria: *Prô, eu vi no tutorial que tem bloco "adicione ____ a x" e "adicione ____ a y", qual a diferença?*

Professora-pesquisadora: *Que tal você inserir os blocos para a gente observar a diferença?*

Com base na minha sugestão, Maria soube que a solução poderia ser encontrada nas ferramentas disponíveis no menu do Scratch. Manifestando ideias relacionadas ao *princípio matético do micromundo*, ela se apropriou dos recursos à sua disposição, inseriu os blocos de movimento, definiu os parâmetros e verificou os resultados, explorando as possibilidades da *modelagem dinâmica*, "capacidade do ambiente de programação de responder de modo imediato aos estímulos ou eventos percebidos, gerando e disponibilizando respostas rápidas aos eventos percebidos pelo programa" (Barbosa, 2024, p. 106).

Maria encontrou certa dificuldade para localizar o bloco "adicione ____ a y", pois ele não aparecia inicialmente no menu. Foi necessário deslizar a barra do menu para baixo para visualizar e inserir os blocos desejados, como mostrado na Figura 11:

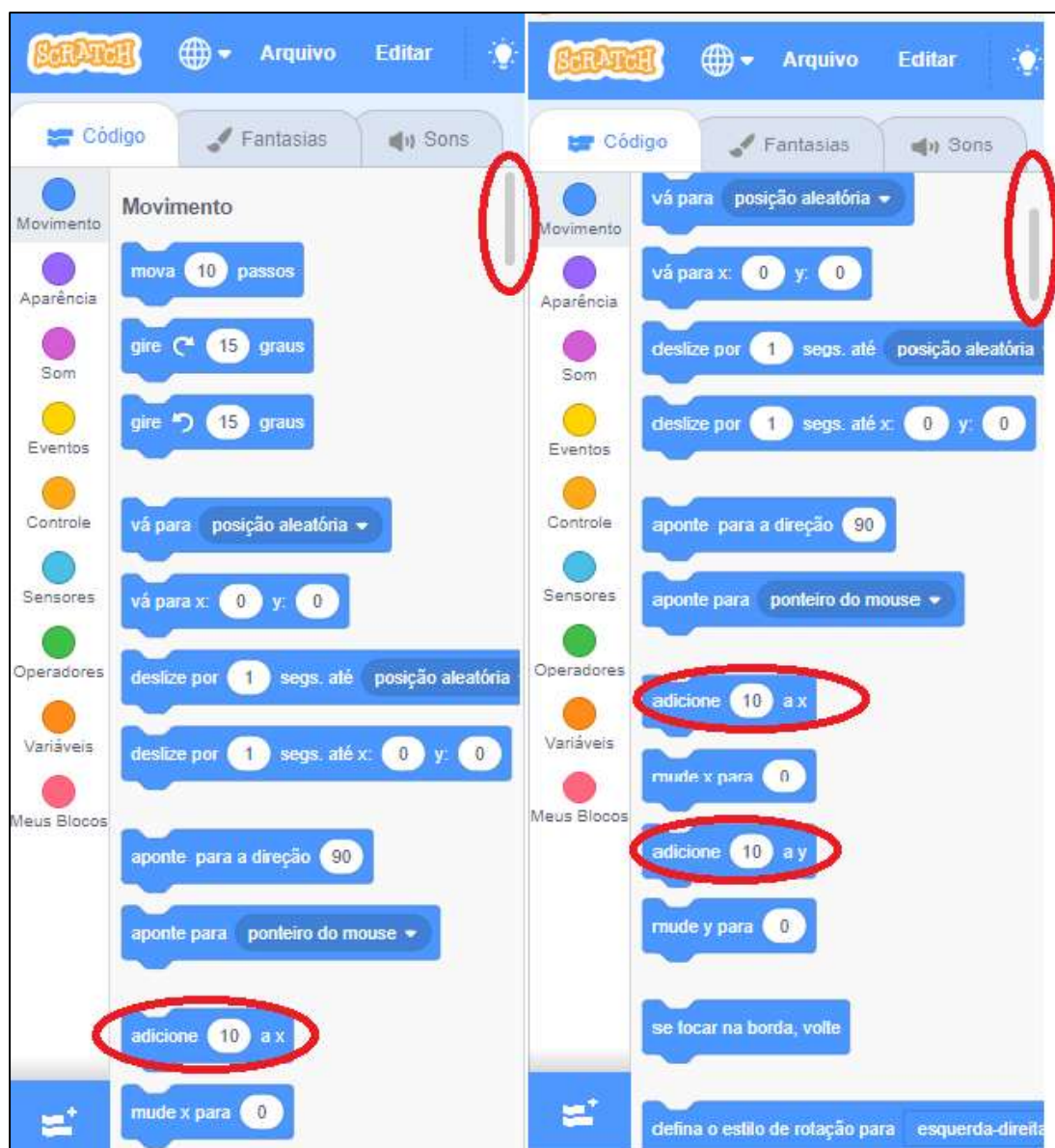


Figura 11 - Localização dos blocos de movimento

Fonte: Arquivo Pessoal

Após inserir os blocos, Maria percebeu que adicionar valores a "x" movia o macaquinho horizontalmente, enquanto adicionar a "y" resultava em movimento vertical. Observamos a manifestação do *princípio matético da reflexão*, em consonância com a afirmação “Os alunos que trabalham nesses ambientes certamente descobrem fatos, fazem generalizações de proposições, e aprendem habilidades” (Papert, 1985, p. 166). Maria concluiu que números positivos na horizontal moviam o personagem para a direita, enquanto números negativos o deslocavam para a esquerda; na vertical, números positivos moviam para cima, e negativos, para baixo.

Por meio da exploração e dos testes, Maria entendeu como programar o movimento do macaquinho no cenário usando as setas direcionais. Ela percebeu que havia uma lógica em adicionar um valor positivo para fazer o macaquinho subir e um valor negativo para fazê-lo descer. Maria comentou que essa lógica era muito semelhante ao movimento horizontal, mas, nesse caso, a reta numérica indicava valores positivos para cima e negativos para baixo. Ao demonstrar segurança, ela adquiriu autonomia e *agência* no desenvolvimento de seu projeto.

Depois de programar a movimentação do macaquinho pelo cenário, Maria se sentiu confiante para aprimorar o jogo que estava criando e expressou o desejo de expandi-lo além das sugestões do tutorial, evidenciando o *princípio matético do poder* quando observamos que Maria agiu “com deliberação e conscientemente para gerar um tipo de aprendizagem com a qual se sente familiarizada e confortável” (Papert, 1985, p. 167). Ela queria que o jogo, além de reconhecer quando o macaquinho encostasse no pote de geleia, também pontuasse cada vez que isso acontecesse. Contudo, até aquele momento, Maria ainda não havia pensado nos outros elementos de seu jogo, como a movimentação do pote pelo cenário, a forma de contabilizar os pontos e como implementar essas ideias.

Ao manifestar sua vontade de criar um placar, Maria refletiu que apenas contar as vezes em que o macaquinho tocava o pote não seria suficiente. Foi então que ela pensou em um novo desafio: adicionar um ator com o qual o macaquinho poderia colidir, resultando na perda de pontos. Observando os atores disponíveis, Maria decidiu usar o frasco de veneno como elemento de penalização, de modo que o jogador perdesse pontos sempre que o macaquinho encostasse nele.

Nesse momento, Maria estava repleta de ideias para o que desejava programar e se sentia muito motivada para seguir desenvolvendo o jogo, se sentindo importante para o desenvolvimento de seu projeto e manifestando aspectos do *princípio matético pessoal*, mas ela não sabia exatamente por onde começar. Ela tinha em mente três atores se movimentando no cenário, cada um com comandos diferentes que ainda precisavam ser definidos, além de um placar que ela ainda não sabia como construir e que necessitava de regras claras para contabilizar os pontos.

Remetendo à ideia de que é “possível construir um grande sistema intelectual sem nunca dar passos que não possam ser compreendidos” (Papert, 1985, p. 129) relacionada ao *princípio matético da exploração*, expliquei para Maria que tentar desenvolver a programação considerando todos os elementos do jogo simultaneamente poderia ser muito confuso. Seguindo estratégias de *decomposição*, que envolvem fragmentar um problema complexo em problemas menores (Navarro, 2021), sugeri que ela dividisse seu programa em etapas menores, focando separadamente em cada componente e no que ela desejava que cada um realizasse. Recomendei que elaborasse os códigos de programação de forma isolada, abordando cada caso individualmente. Após garantir que os movimentos dos atores estivessem funcionando conforme o esperado, ela poderia então pensar em como programar o placar do jogo.

Os movimentos do macaquinho estavam funcionando corretamente com as setas direcionais do teclado. Inicialmente, como mencionado anteriormente, Maria teve alguma dificuldade em programar os movimentos horizontais e verticais, mas, ao seguir o tutorial e realizar testes, conseguiu identificar e corrigir os problemas para que o movimento ocorresse como desejado. Em seguida, ela começou a programar o frasco de veneno, cuja ideia original era que ele surgisse em posições aleatórias do cenário. Para isso, Maria inseriu o bloco “vá para posição aleatória”, mas ficou surpresa com o resultado, pois o frasco apareceu em uma posição aleatória e não se movimentou mais. A partir das ideias relacionadas ao *princípio matético da valorização do erro*, ao perceber a frustração de Maria diante da movimentação do frasco, fiz algumas perguntas em consonância com a dica de aprendizagem criativa *faça perguntas*, para ajudá-la pensar “que as coisas não são sempre completamente certas ou erradas, mas que estão num contínuo” (Papert, 1985 p. 85):

Professora-pesquisadora: O que está acontecendo com o frasco de veneno?

Maria: Ele vai para uma posição aleatória do cenário e depois não sai mais do lugar.

Professora-pesquisadora: É isso que você quer que aconteça?

Maria: Não, eu quero que ele vá para posições aleatórias no cenário e que troque o tempo todo.

Professora-pesquisadora: Como você quer fazer isso? Lembre-se que o computador entende tudo “ao pé da letra”.

Maria: Quero que o frasco apareça em um lugar do cenário, fique ali por um tempo e que depois mude de posição.

Professora-pesquisadora: Você precisa pensar nos blocos que vai utilizar no código para dizer exatamente isso para o computador. Precisa planejar quanto tempo o frasco deve ficar na posição para depois trocar de lugar e quantas vezes ele vai trocar de lugar até o final do jogo.

Notamos o *princípio matético da comunicação* e o desenvolvimento do *algoritmo* quando Maria buscava a forma correta de “dizer” ao computador como o frasco deveria se movimentar, no sentido de “ser compreendido como um conjunto de regras lógico-procedurais e analíticas que, definidamente construído, permite a solução de um problema em um número finito de etapas” (Azevedo, 2022, p. 44). Reforcei que ela precisava aprender a falar a “língua” do Scratch, buscando mobilizar a experiência e o prazer dela em falar (Papert, 1985).

Além de pensar em como se comunicar, manifestando o *princípio matético da mediação e interação*, Maria realizava testes para determinar o tempo que o frasco de veneno ficaria parado antes de se deslocar para outra posição aleatória, ela me chamou e compartilhou uma nova ideia. Ao longo de sua experiência de *modelagem dinâmica*, podemos afirmar que ela estava de acordo com a observação de Papert (1985) sobre crianças fazerem generalizações e proposições e desenvolvendo habilidades relacionadas à *abstração e automação*. Maria decidiu após realizar os testes, que o pote de geleia mudaria de posição mais rapidamente do que o frasco de veneno, concluindo que isso melhoraria a proposta do jogo, pois o jogador teria mais tempo para evitar tocar no frasco de veneno.

Após decidir quanto tempo o pote de geleia e o frasco de veneno ficariam parados antes de mudarem de posição novamente, Maria explorou os blocos de programação disponíveis para resolver a questão de quantas vezes essa alteração de posição ocorreria. Maria passou bastante tempo se dedicando à implementação dos novos recursos para o jogo, ela utilizou uma habilidade da

bricolagem, “use o que você tem, improvise, vire-se” (Papert, 2008, p. 138) e a *modelagem dinâmica*, notamos nessa situação a manifestação do *princípio matético do micromundo*.

Enquanto eu ajudava outras crianças, observamos a manifestação do *princípio matético da comunicação* e da dica de aprendizagem criativa *encontre um amigo para trabalhar e compartilhar ideias*. Maria perguntou a duas colegas que estavam no computador atrás dela se sabiam como repetir o código sem ter que inserir os blocos várias vezes. Como Papert (2008, p. 78) ressalta: “Toda aprendizagem se beneficia da discussão – contanto que a conversa seja produtiva”.

Juntas, as três meninas examinaram os blocos de programação e começaram a buscar uma solução para o problema de Maria, a partir de ideias relacionadas ao *princípio matético do micromundo*, elas expressaram que a solução certamente estava entre os blocos disponíveis no Scratch. Encontraram o bloco de controle “sempre” e o utilizaram no algoritmo, fazendo com que os atores aparecessem durante o tempo determinado e decorrido esse tempo, que mudassem de posição aleatoriamente. Isso se aproxima do que Papert (1985, p. 167) apresenta quando observou crianças que programavam no Logo, “a experiência primordial de aprendizagem não é a memorização de fatos ou a prática de habilidades. Ao invés, é ‘vir a conhecer’ a Tartaruga, explorar o que ela pode e o que ela não pode fazer” e da dica de aprendizagem criativa, *se não tiver ideia do que fazer, explore um pouco*.

Depois de programar os movimentos dos atores, Maria decidiu testar o jogo. Clicou na bandeira do Scratch, mas ficou desapontada ao perceber que nada acontecia além do movimento do macaquinho utilizando as setas direcionais. Perguntei se ela havia programado que o jogo iniciasse ao clicar na bandeira, e ela admitiu que não, e disse que pensava que o Scratch entenderia isso automaticamente, como se fosse um botão de início que ativasse todos os blocos. Ela percebeu sua falha ao se expressar sobre o início do jogo, demonstrando desenvolvimento de competências relacionadas ao *algoritmo*. Maria buscou melhorar a forma de comunicar como desejava que o macaquinho se movimentasse em sua programação, como ressalta Silva (2023, p. 37) “ao processar informações, nós externalizamos o produto obtido com a utilização dos nossos meios de comunicação”. Essa busca reflete o significado de

programar, pois "Programar significa, nada mais, nada menos, comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem 'entender'" (Papert, 1985, p. 18), evidenciando o *princípio matético da comunicação*. Maria encontrou o bloco que ativava os demais comandos ao clicar na bandeira e o inseriu na programação do frasco de veneno. Ao tentar novamente, notou que apenas o frasco de veneno realizava as ações e percebeu que precisava fazer o mesmo para o pote de geleia.

No encontro seguinte, Maria utilizou fones para desenvolver seu projeto, ela ficou fascinada com as diversas opções de sons e passou bastante tempo pensando em como incorporá-los em seu jogo. Nesse momento, ela deixou de lado a programação das regras e comandos do jogo e começou a explorar os sons disponíveis no Scratch. Ela desfrutou da oportunidade para implementar sons no jogo, de modo que, ao tocar os outros atores, o macaquinho emitisse um som, permitindo que o jogador percebesse a ação. Notamos a manifestação do *princípio matético do micromundo*, quando além de explorar os sons, ela começou a examinar outros blocos disponíveis na programação do Scratch, repetindo a experiência de uma criança relatada por Papert (1985, p. 142) quando observa que ela está "sempre procurando novos artifícios para acrescentar ao seu *kit* de ferramentas para construir programas".

A partir desse momento, Maria optou por fazer uma pausa no desenvolvimento do jogo para explorar o que mais poderia ser inserido na programação e brincar com as possibilidades do Scratch e da *sensação tangível*. Resnick (2020) enfatiza o princípio orientador de *pensar brincando* no qual frequentemente as pessoas associam o brincar com diversão e risadas, mas que o aspecto mais importante do brincar é a experimentação. O autor conclui que a criatividade surge ao assumir riscos, testar limites e explorar novas possibilidades, não apenas da diversão. Ao brincar com os blocos de comandos disponíveis, manifestou-se o *princípio matético da diversão* e Maria "seguiu seus bons impulsos interiores, engajando se em atividades que pareciam ser adequadas para ela, enquanto se mantinha aberta para evoluir em uma nova direção" (Papert, 2008, p. 121).

Durante alguns encontros, explorei ideias semelhantes à dica de aprendizagem criativa *incentive a exploração livre* e sugeri que Maria realizasse combinações de blocos de comandos e observasse o que acontecia com o seu

jogo. Após várias construções e testes, utilizando a *modelagem dinâmica*, ela decidiu que em seu jogo o macaquinho se moveria utilizando as setas direcionais. Ela determinou que o pote de geleia surgiria em posições aleatórias na tela a cada 2 segundos, enquanto o frasco de veneno apareceria em posições aleatórias a cada 4 segundos. O objetivo do jogo era que o macaquinho tocasse o pote de geleia, enquanto evitava tocar o frasco de veneno. Quando o macaquinho encostava em um dos atores, diferentes sons eram emitidos: um som de "chomp" ao tocar a geleia e um som de "drum" ao tocar o veneno. Além dos efeitos sonoros, Maria queria que um ponto fosse adicionado ao placar sempre que o macaquinho encontrasse a geleia, e que o placar voltasse a zero quando ele encostasse no veneno.

Para programar os efeitos sonoros do jogo, Maria explorou os comandos disponíveis até encontrar a função que ligava o toque do macaquinho nos demais atores à emissão de um som. Levou um tempo até que ela localizasse o bloco "se ____ então" para configurar o controle condicional baseado no toque entre os atores, e em seguida, o sensor "tocando em ____" para detectar esse toque. Maria já havia selecionado os sons para cada ator e inseriu o bloco "toque o som ____" no controle conforme planejado. Na Figura 12 exemplificamos os blocos utilizados para a programação dos efeitos sonoros.

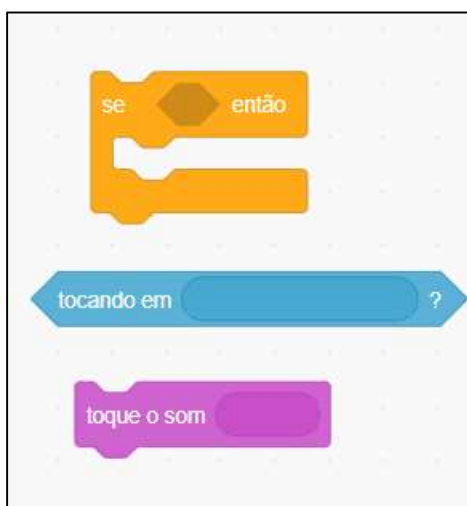


Figura 12 - Blocos de programação utilizados para programar os efeitos sonoros do jogo
Fonte: Arquivo Pessoal.

Nesse momento chegamos à parte mais demorada do projeto de Maria: a programação do placar. Esse processo demandou bastante tempo e, em

determinado momento, ela chegou a interromper o desenvolvimento do jogo do *Macaquinho Comilão* para se dedicar a outros projetos, como a criação de histórias, coreografias e mensagens para o "Dia de Quem Cuida de Mim"⁹ e para observar os projetos de colegas. Nesse momento ficou evidente a importância do *princípio matético do tempo*, conforme menciona Papert (2008, p. 142): "Em muitas escolas, [ela] estaria sob pressão para fazer as coisas 'direito'". Foi essencial que Maria não sofresse pressão para finalizar o jogo rapidamente, permitindo que ela se afastasse por um tempo para explorar outras situações de programação e encontrasse soluções para o problema que precisava resolver. Maria também evidenciou um aspecto do princípio orientador da *paixão* que propõe que "quando as pessoas trabalham em projetos pelos quais são apaixonadas, se dispõem a mergulhar e a se aprofundar, a trabalhar por horas ou mais, e quase não percebem que o tempo está passando" (Resnick, 2020, p. 102).

Durante nossos encontros, algumas crianças se inspiraram nos tutoriais do Scratch e programaram um jogo de *pong* com placar. Enquanto Maria experimentava o jogo de um colega, ela percebeu que o jogo de *pong* possuía um placar. Observando atentamente os blocos de programação utilizados no jogo do colega, manifestando o *princípio matético da conexão*, Maria notou que "comparar estilos é uma das melhores formas de iniciar uma conversa" (Papert, 2008, p. 78). Assim buscou ideias para finalizar o placar do seu jogo, o *Macaquinho Comilão*, realizando o *reconhecimento de padrões* e adaptando os blocos conforme seus próprios critérios de pontuação. O episódio reforça a afirmação de Resnick (2020, p. 84) de que

quando os alunos trabalham em projetos, eles encontram os conceitos em um contexto relevante, logo, o conhecimento é embutido em uma rica teia de associações e, consequentemente, os estudantes conseguem relacionar e aplicar melhor os conhecimentos a novas situações.

Para programar o placar, Maria se orientou pelo tutorial do jogo de *pong* do Scratch e observamos a dica de aprendizagem criativa *não há nada de errado*

⁹ O Dia de Quem Cuida de Mim é celebrado anualmente no Samuca para homenagear as famílias das crianças atendidas. Como as composições familiares são diversas, realizar comemorações específicas para o Dia das Mães ou o Dia dos Pais poderia causar desconforto para algumas crianças que não têm um pai ou mãe presentes em sua criação. Por isso, essa data foi criada para reconhecer e homenagear todas as pessoas responsáveis pelo cuidado e criação das crianças.

em copiar (para ter uma ideia). Ela inseriu os blocos de variáveis disponíveis no Scratch, criou uma variável chamada "ponto" e seguiu as instruções do tutorial do jogo de *pong* para configurar o placar. O acesso ao tutorial ressaltou a importância do *princípio matético do espaço*. Maria fez aquilo que Papert (1985) sugere, começou pelo que é familiar e, gradualmente, avançou para o desconhecido colocando-o em contato com ideias genéricas, poderosas e fundamentais. Percebemos o princípio orientador dos *pares*, uma vez que “se inspira [...] no que os outros estão fazendo, mesmo sem trabalhar diretamente juntos; em outros momentos, integrantes com habilidades complementares se reúnem para colaborar em um projeto” (Resnick, 2020, p. 122).

Maria personalizou as regras do seu jogo conforme o planejado: quando o macaquinho tocasse o pote de geleia, um ponto seria adicionado; e quando tocasse o frasco de veneno, o placar retornaria a zero. Depois de pensar sobre como poderia programar os critérios de pontuação, Maria percebeu que poderia integrar os blocos de pontuação com os blocos dos efeitos sonoros. Afinal, além de emitir um som quando o macaquinho encostasse nos outros atores, haveria também uma modificação no placar. Ela então inseriu o bloco "adicione 1 a ponto" no controle do pote de geleia e "mude ponto para 0" no controle do frasco de veneno, garantindo que o som e a pontuação estivessem sincronizados com as ações do jogo.

Nesse momento, Maria ficou extremamente feliz por ter finalizado o jogo que idealizou. Observamos que a experiência de Maria se aproxima da proposta da espiral da aprendizagem criativa, evidenciando o princípio orientador relacionado a *projetos*, no qual “devemos começar com uma ideia inicial, desenvolver planos preliminares, criar a primeira versão, testar, pedir que outras pessoas experimentem, revisar os planos com base no que acontece e continuar fazendo isso, várias e várias vezes” (Resnick, 2020, p. 65). Ela então chamou as colegas que estavam no computador atrás dela para experimentarem o jogo *Macaquinho Comilão*.

O entusiasmo das meninas atraiu a atenção de outras crianças da turma, que se aproximaram para ver e jogar. A alegria das crianças evidenciou o *princípio matético da diversão*, afinal “Parte do divertimento é compartilhar [...] modificar e experimentar trabalhos de outros, e trazer os ‘novos’ produtos de volta aos inventores originais” (Papert, 1985, p. 214). Quando uma das crianças

estava jogando, clicou na bandeira e percebemos que a pontuação não iniciava em zero. Em vez disso, o placar começava com o valor alcançado pela criança que havia jogado antes. Maria comentou que algo estava errado, mas não conseguia entender como corrigir o problema. Primeiro, perguntei a ela se havia programado alguma ação para ocorrer com o placar quando a bandeira fosse clicada. Ao revisar os blocos de programação, Maria percebeu que deveria realizar a *decomposição* para solucionar o problema, ela avaliou cada ator separadamente e notou que havia configurado apenas o movimento do pote de geleia e do frasco de veneno para serem ativados com o evento “quando a bandeira for clicada”. Então, sugeri que ela refletisse sobre como ajustar o placar e inserir blocos da variável para que ele iniciasse corretamente ao clicar na bandeira.

Maria já se mostrava mais confiante em explorar os blocos de programação e demonstrou-se consciente do que observamos na dica de aprendizagem criativa *muitas coisas podem dar errado; prenda-se a isso*. Ela mencionou que já havia corrigido várias situações ao longo do desenvolvimento do projeto e estava certa de que não seria difícil corrigir mais esse e se mostrava consciente de que “erros tornaram-se fontes de informações” (Papert, 2008, p. 173). Essas atitudes manifestam os *princípios matéticos do poder e da valorização do erro*. Percebemos que Maria estava desenvolvendo a “capacidade de aprender novas habilidades, assimilar novos conceitos, avaliar novas situações, lidar com o inesperado” (Papert, 2008, p. 13) e *agência*, ao lidar com as adversidades encontradas no desenvolvimento de seu jogo.

Maria passou um tempo explorando os blocos de programação no Scratch, sem focar diretamente na resolução do problema específico. Ela começou a testar diferentes blocos, experimentando as diversas funcionalidades oferecidas pela plataforma, enquanto aproveitava as possibilidades da *modelagem dinâmica*. Em um momento, ela me perguntou sobre as extensões do Scratch que apareciam no menu. Observamos a manifestação do *princípio matético do micromundo*, pois ela poderia escolher algumas opções de extensões, mas não entendia exatamente para que serviam. Motivada conforme a dica de aprendizagem criativa *forneça materiais diferentes*, mostrei que as extensões adicionavam novas funcionalidades ao Scratch, algumas das quais exigiam dispositivos adicionais, como câmera, fone, microfone, placa de

micro:bit, kits da Lego®, *Makey Makey*, entre outros. Notamos, portanto, uma postura semelhante à de uma das crianças observadas por Papert (1985, p. 146) quando demonstrou “uma alegria ser capaz de construir seu próprio micromundo e descobrir o quanto ela podia fazer dentro de seus rígidos limites”. Resnick (2020, p. 112) também observa através do princípio orientador da *paixão* que

Cada micromundo é restrito, proporcionando um ponto de partida mais confortável para os recém-chegados, mas ainda aberto o suficiente para que as crianças possam se expressar de maneira criativa. E, o que também é importante, elas podem importar seus projetos de micromundos para o ambiente completo do Scratch; assim, haverá um caminho tranquilo para trabalharem em projetos mais complexos e variados quando estiverem prontas para isso.

Proporcionar acesso às extensões evidenciou o *princípio matético do micromundo* e a *sensação tangível*, pois contribuiu para fornecer “o incentivo e um suprimento de modelos e ferramentas para a criança construir maneiras de pensar em coisas” (Papert, 1985, p. 38). Como sugerido na dica de aprendizagem criativa *mostre exemplos para despertar ideias*, procuramos alguns exemplos de programas que utilizavam as extensões, evidenciando o *princípio matético do espaço*, e eu mostrei alguns utilizando meu *notebook*¹⁰, que tinha câmera e microfone, e a placa *micro:bit* que também tínhamos à disposição. Ao observar os exemplos, estávamos sugerindo que Maria tomasse a coisa nova e tornasse-a sua (Papert, 1985). Maria perguntou se poderia continuar a programação do seu jogo no meu computador, aproveitando os recursos da extensão e as novas opções disponíveis no novo micromundo. Eu pedi apenas que ela finalizasse a programação do placar antes de trocar o computador do Samuca pelo meu, para então utilizar os códigos novos das extensões.

Como combinado, Maria inseriu os blocos que faziam com que o placar de pontos reiniciasse para zero quando a bandeira fosse clicada. Em seguida, explorou projetos que utilizavam extensões e considerou usar a câmera e a placa *micro:bit*. Ela achou particularmente interessante um exemplo de projeto em que a placa *micro:bit* controlava o deslocamento dos atores com base em sua inclinação. Decidiu então programar o deslocamento do macaquinho usando a inclinação da placa para complementar seu jogo.

¹⁰ Como detalhado na metodologia, os computadores do Samuca são antigos e não dispõem de conexão *Bluetooth* ou *Wi-Fi* e por isso foi necessário usar o computador pessoal da pesquisadora para utilizar alguns recursos disponíveis no Scratch.

Durante os testes com a placa *micro:bit* em um projeto de exemplo, Maria encontrou dificuldades significativas ao tentar usar a inclinação da placa para controlar os movimentos. Ela percebeu que a diferença de amplitude entre os movimentos para a direita e para a esquerda, bem como para cima e para baixo, era difíceis de gerenciar com precisão. A sensibilidade da inclinação, possível graças à *sensação tangível*, não permitia um controle suficientemente fino para que os movimentos fossem suaves e precisos, o que gerou frustração.

Diante desses desafios, manifestando o *princípio matético da interação e mediação*, Maria decidiu ajustar sua abordagem para melhorar a usabilidade e a experiência do usuário em seu jogo. Maria optou por usar a inclinação da placa *micro:bit* exclusivamente para o controle do movimento vertical do macaquinho, permitindo que ele subisse e descesse na tela com base na inclinação para frente e para trás. Para o movimento horizontal Maria escolheu utilizar os botões A e B da placa *micro:bit* e demonstrou “destreza em ‘vir a conhecer’ e um estilo pessoal para fazê-lo” (Papert, 1985, p. 168).

Essa solução permitiu um controle mais claro e intuitivo, com a inclinação gerenciando a movimentação vertical e os botões gerenciando a movimentação horizontal, expressando preocupações sobre como comunicar essa movimentação e manifestando o *princípio matético da comunicação*. Essa abordagem não só resolveu o problema de controle que ela enfrentava, mas também aprimorou a funcionalidade do jogo, oferecendo uma experiência de jogo adequada na opinião de Maria. Por meio do *reconhecimento de padrões*, ela não encontrou dificuldades em desenvolver o algoritmo para a programação dos movimentos com a placa *micro:bit*. Ela fez a substituição dos comandos das setas direcionais do teclado do jogo que havia programado anteriormente pelos comandos correspondentes da placa, usando a inclinação da placa para frente e para trás para movimentar o macaquinho verticalmente e os botões A e B para o movimento horizontal, como representado na Figura 13.

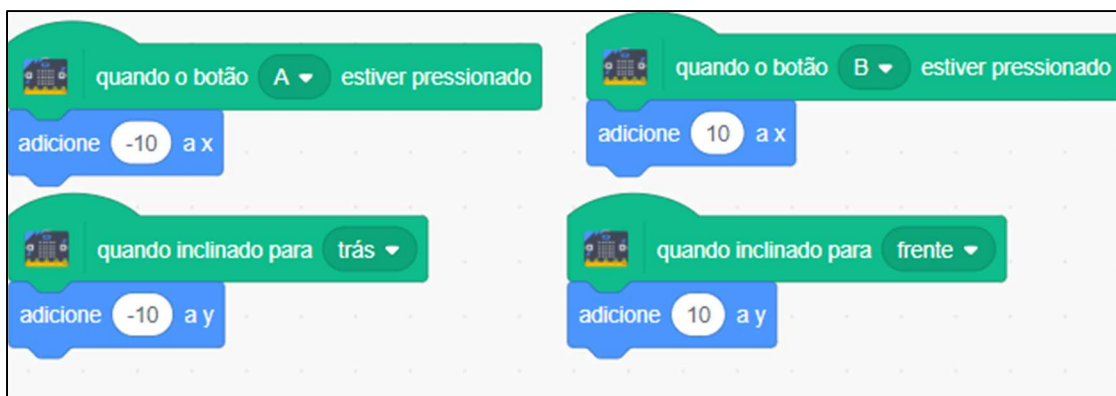


Figura 13 - Programação dos movimentos do macaquinho com a placa *micro:bit*
Fonte: Arquivo Pessoal.

Orientada pelo *princípio matético da reflexão*, em que o “procedimento torna-se uma coisa que recebe nome, pode ser manipulada e reconhecida à medida que as crianças adquirem a idéia de procedimento” (Papert, 1985, p. 185), perguntei a Maria se era realmente necessário substituir completamente a programação das setas direcionais pelos comandos da placa *micro:bit*. Minha intenção era fazê-la refletir sobre um possível problema: se um computador não tivesse os recursos adequados para conectar a placa *micro:bit*, como *bluetooth* ou *Wi-Fi*, o jogo ainda poderia ser jogado utilizando as setas direcionais para movimentar o macaquinho? Se ela optasse por remover os comandos das setas, o jogo só funcionaria em computadores com suporte à placa *micro:bit*. Dessa forma, manter os comandos das setas direcionais garantiria que o jogo fosse acessível em qualquer computador, independentemente da disponibilidade de *hardware* adicional.

Inicialmente, Maria não percebeu que o jogo não funcionaria nos computadores do Samuca sem a programação das setas direcionais. Deixei-a seguir desenvolvendo seu jogo de forma autônoma para que ela percebesse sozinha que isso limitaria as condições do jogo apenas para computadores com a placa *micro:bit*, enquanto isso eu acompanhava as atividades das outras crianças.

Após a finalização da programação dos movimentos usando a placa *micro:bit* como controle, as crianças experimentaram o jogo. Muitas demonstraram entusiasmo ao perceber que estavam jogando com um controle, algo novo para elas, já que algumas nunca haviam jogado videogame antes. A situação evidencia o *princípio matético social*, pois, como ressalta Papert (1985,

p. 218), “Necessitamos progredir na arte de misturar computadores com culturas de forma que eles sirvam para unir [...] as subculturas fragmentadas que coexistem de forma contraprodutiva na sociedade contemporânea”.

A experiência de jogar foi recebida com muita alegria, e as crianças ficaram encantadas ao perceber que Maria havia conseguido programar um jogo com essas características, manifestando o *princípio matético do poder*, reforçando o que afirma Papert (1985, p. 17) “é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos”. Diante do grande interesse dos colegas, disponibilizei o projeto do *Macaquinho Comilão* em outros computadores do Samuca. De acordo com o princípio orientador de *projetos*, a experiência demonstrou que

conhecimento não é algo que possa ser despejado como água em um vaso; em vez disso, as crianças estão constantemente criando, revisando e testando suas próprias teorias sobre o mundo quando brincam com seus brinquedos e seus amigos (Resnick, 2020, p. 67).

Nesse momento, Maria percebeu que sem a programação das setas direcionais não era possível jogar nos computadores do Samuca. Manifestando o *princípio matético social*, que traz a ideia de que “o tópico deve fazer sentido em termos de um contexto social mais amplo” (Papert, 1985, p. 76), Maria observou seu *algoritmo* e concluiu que se tivesse mantido a programação das setas direcionais mais crianças poderiam jogar simultaneamente e não precisavam esperar para jogar no *notebook*. Com isso em mente, ela decidiu refazer a programação dos movimentos do macaquinho usando as setas direcionais do teclado, pois a programação da placa *micro:bit* não funcionaria nos computadores sem os recursos necessários para instalá-la, e só tínhamos uma placa disponível e um *notebook* com recurso para instalação da placa para o jogo.

Motivada pelo desejo de tornar o jogo mais inclusivo e demonstrando consciência de que, segundo o princípio orientador *pensar brincando*, “na programação, é mais fácil desfazer qualquer coisa que tiver feito. É mais fácil se recuperar dos erros, fazer ajustes e tentar algo novo” (Resnick, 2020, p. 174), Maria decidiu programar o jogo para funcionar em todos os tipos de computadores. Os “objetos-de-pensar-com” proporcionaram a ela uma interseção entre presença cultural, conhecimento implícito e identificação

peçoal, conforme descrito por Papert (1985), manifestando o *princípio matético pessoal*. Nas Figuras 14 e 15, estão os blocos utilizados na programação do jogo de Maria:

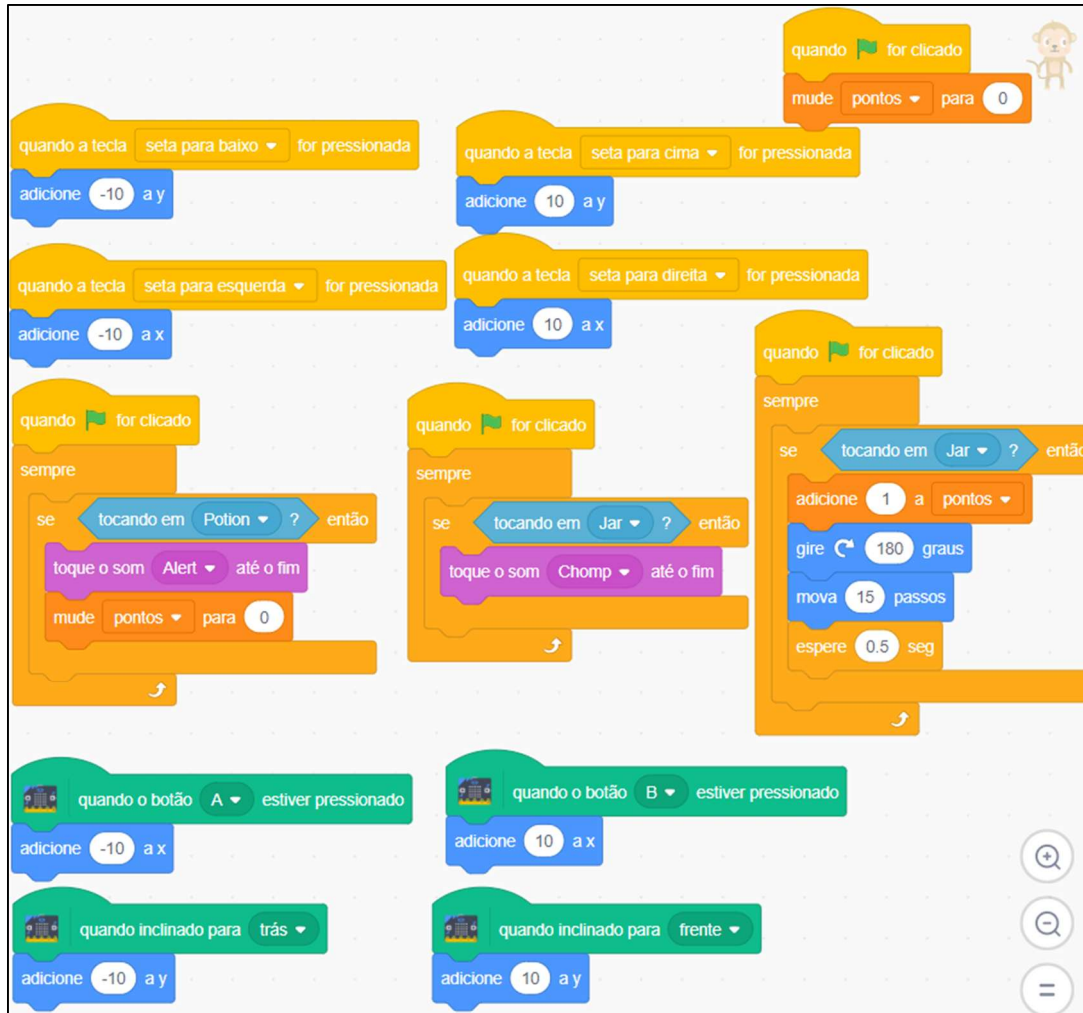


Figura 14 - Programação dos movimentos do macaquinho com a placa micro:bit
Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 15 - Blocos de programação referentes ao pote de geleia e ao frasco de veneno
Fonte: Arquivo Pessoal

Perguntei a Maria o que aconteceria se utilizássemos o programa que tinha o movimento do macaquinho programado tanto com as setas direcionais quanto com a placa *micro:bit* no *notebook*. Como esperado, através da *modelagem dinâmica*, ela tentou usar simultaneamente a placa *micro:bit* e as setas direcionais para ver o resultado. Maria concluiu que ambas as formas de controle poderiam ser usadas sem interferir uma na outra. Assim com a programação finalizada, as crianças puderam jogar o *Macaquinho Comilão* no *notebook* com a placa *micro:bit* ou nos computadores do Samuca usando as setas direcionais.

A integração de movimentos, sons, sensores, variáveis e o uso de um dispositivo robótico como a placa *micro:bit* demonstrou uma abordagem diferenciada e criativa na programação do jogo *Macaquinho Comilão*. O projeto desenvolvido por Maria destacou-se não apenas pela variedade de comandos utilizados, mas também pela capacidade de engajar e envolver seus colegas, manifestando o *princípio matético da interação e mediação*, de forma similar às experiências de escolas de samba relatadas por Papert (1985).

O processo de desenvolvimento foi caracterizado por um aprendizado contínuo, envolvendo Maria e seus colegas, que se engajaram ativamente na resolução de problemas e na experimentação de novas ideias, evidenciando o *princípio matético da exploração*. A interação e colaboração entre as crianças foram fundamentais para o sucesso do projeto, proporcionando um ambiente de aprendizagem enriquecedor e colaborativo, demonstrando atitudes relacionadas ao *princípio matético da interação e mediação*. Ao começar com uma ideia simples e gradualmente tornar o jogo mais sofisticado, percebemos o benefício da possibilidade de *piso-baixo e teto-alto*, que permite o desenvolvimento de projetos em variados níveis de complexidade a partir de uma única proposta e se aproxima da dica de aprendizagem criativa *comece simples*.

A escolha em utilizar diferentes métodos de controle, tanto a placa *micro:bit* quanto as setas direcionais, evidenciadas pelo *princípio matético do micromundo*, garantiu que o jogo pudesse ser acessível a todos, independentemente dos recursos disponíveis, ressaltando características do *princípio matético social*. A conclusão do projeto não apenas revelou a capacidade de Maria em lidar com desafios técnicos, mas também destacou o

impacto positivo do projeto no engajamento e aprendizado dela e dos colegas, reforçando as vantagens das *paredes largas*. A experiência proporcionada pelo *Macaquinho Comilão* foi um reflexo do potencial da programação para criar experiências de aprendizagem.

5.2.1. Compreensões das manifestações dos princípios matéticos no projeto Jogo do Macaquinho Comilão

Ao analisar o projeto de Maria, percebemos que, assim como Paulo, ela demonstrou interesse no desenvolvimento de jogos por serem atividades relacionadas aos momentos de entretenimento, evidenciando características do *princípio matético pessoal*. Ela decidiu iniciar um projeto inspirada em ideias que encontrou em um tutorial de jogo de perseguição disponível no ambiente de programação Scratch. Essa referência destaca a importância do *princípio matético do espaço*, que permitiu o acesso a informações além do ambiente físico da sala de inclusão digital.

Ao programar os movimentos do macaquinho, Maria buscou ideias ligadas a conceitos matemáticos que exploravam números positivos e negativos para programar o deslocamento do ator. Essa experiência evidenciou a influência do *princípio matético da conexão*. Ao entender a função do sinal negativo e relacioná-la aos conteúdos de matemática, Maria conseguiu aplicar esses conceitos na programação e, assim, finalizou o movimento desejado.

O tutorial fornecia informações sobre dois atores: um que se movia utilizando as setas direcionais e outro que se movia aleatoriamente pelo cenário. O objetivo do jogo era que o ator controlado pelas setas encontrasse o outro, emitindo um som quando se tocassem. No entanto, Maria foi além do que aprendeu no tutorial, inserindo um placar, desenvolvendo objetos de perseguição que poderiam beneficiar ou punir o jogador e implementando um dispositivo robótico. Essas inovações foram viabilizadas segundo o *princípio matético do micromundo*.

Maria levou um tempo para implementar as ideias e ferramentas que surgiram durante a programação do jogo. Ela se afastou do projeto para desenvolver outros projetos e precisou de um tempo para corrigir erros e resolver

problemas que surgiram ao longo do processo. Essas experiências demonstraram a relevância do *princípio matético do tempo*.

Demonstrando habilidades referentes ao *princípio matético da interação e mediação*, Maria agiu como uma desenvolvedora de jogos. Ela programou as ações, criou uma narrativa, elaborou um sistema de pontuação e experimentou diferentes controles para melhorar a jogabilidade com as ferramentas disponíveis. Quando Maria refletiu sobre a jogabilidade e buscou a acessibilidade, no sentido de possibilitar que crianças que nunca jogaram videogame pudessem acessar um jogo com controle, além de desenvolver um algoritmo que permitisse jogá-lo em computadores com menos recursos, utilizando apenas as setas direcionais do teclado, observamos a manifestação do *princípio matético social*.

As melhorias implementadas por Maria, junto com sua postura mais confiante na correção de erros e na capacidade de desenvolver algo que proporcionasse às crianças a experiência de jogar, o que antes parecia apenas ser consumido, demonstraram o *princípio matético do poder*. Ao se sentir empoderada, Maria demonstrou autonomia e a autoconfiança, possibilitando que ela se visse como protagonista no desenvolvimento e na criação do jogo. Essa postura confiante de Maria influenciou a maneira como utilizava as ferramentas disponíveis no Scratch; ela começou a investigar como empregar os blocos de programação, evidenciando o *princípio matético da exploração*.

A percepção para o pensamento envolvido no desenvolvimento do algoritmo indicou a manifestação do *princípio matético da reflexão*, pois Maria passou a avaliar cada passo do processo, analisando como suas decisões impactavam o funcionamento do programa. Essa reflexão permitiu-lhe não só corrigir eventuais falhas com mais eficácia, mas também aprimorar suas habilidades de programação, compreendendo o raciocínio por trás de cada sequência de blocos de código no Scratch e ajustando suas ações para alcançar o resultado desejado. A relação de Maria com os erros mudou significativamente ao longo do desenvolvimento do projeto. No início, ela preferia apagar os blocos que não funcionavam como esperado, mas, em determinado momento, percebeu que os erros poderiam ser fonte de informações para alcançar a programação que desejava implementar no Scratch. Essa mudança em sua abordagem destaca a importância do *princípio matético de valorização do erro*.

Ao longo do desenvolvimento do jogo, Maria explorou diversas formas de comunicação. Por meio da linguagem de programação, buscou as melhores maneiras de expressar as ações realizadas no jogo, tanto na elaboração do algoritmo quanto no planejamento do uso dos controles. No ambiente de aprendizagem, Maria dialogou bastante com os colegas e buscou ideias para aprimorar seu projeto, indicando a importância do *princípio matético da comunicação*. Além do diálogo sobre aspectos da programação, Maria e as outras crianças interagiram experimentando o jogo, o que gerou grande prazer e diversão, destacando o *princípio matético da diversão*.

A análise do projeto de Maria destacou a importância dos princípios matéticos no ambiente de aprendizagem, além de apresentar características relacionadas ao pensamento computacional e à aprendizagem criativa. Por meio da experimentação, da reflexão sobre suas ações e da interação, Maria não apenas aplicou conceitos, mas também validou suas ideias. Essa abordagem permitiu que ela inovasse e adaptasse soluções, reforçando a ideia de que a aprendizagem se enriquece em um ambiente com menos explicações e que prioriza a investigação e a inventividade. Assim, o processo criativo de Maria exemplifica como projetos de interesse pessoal são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades e a construção de conhecimento.

5.3. Projeto 3: Vídeo do Dia de Quem Cuida de Mim

O projeto foi idealizado e desenvolvido por duas crianças do Grupo E que frequentavam o Samuca no período da manhã e eram alunas da Escola Estadual Silvio de Aguiar Maya no período da tarde. Anísio¹¹ tinha 12 anos e frequentava o 7º ano do Ensino Fundamental e Antonieta¹² tinha 11 anos e frequentava o 6º ano do Ensino Fundamental.

Durante nossos encontros, percebi que Anísio era bastante extrovertido e sociável, mas enfrentava dificuldades em se comprometer com suas atividades até o final. Uma das professoras mencionou que nas aulas de crochê ele se destacava ao trabalhar em um tapete, mas desistiu antes de concluir a peça. Nas aulas de dança, ele comparecia aos ensaios, mas não participava das

¹¹ O pseudônimo Anísio, em referência a Anísio Teixeira.

¹² O pseudônimo Antonieta, em referência a Antonieta de Barros.

apresentações. Anísio demonstrava entusiasmo em se expressar por meio da fala e de vídeos. Sempre que havia a chance de realizar uma apresentação oral ou criar um vídeo para algum evento, Anísio demonstrava prontidão e participava ativamente da produção.

Influenciada pelo *princípio matético pessoal*, compreendi que seria fundamental incentivá-lo a desenvolver um projeto alinhado com sua afinidade por atividades como apresentações orais e produção de vídeos. Papert (2008) destaca a relevância do senso de identidade no processo de aprendizagem, apontando que quando uma criança trabalha em algo que ressoa com seus interesses pessoais, o aprendizado se torna mais significativo. Dessa forma, ao criar oportunidades que dialogassem com suas preferências, foi possível não apenas engajá-lo no processo, mas também promover seu desenvolvimento pessoal.

Por outro lado, Antonieta era uma menina bastante tímida. No entanto, em conversas privadas, ela compartilhava muitas ideias que queria desenvolver e dizia que não se sentia capaz de executá-las sozinha. Essas conversas com Antonieta refletiram uma relação dialógica, em harmonia com o *princípio matético da comunicação* e com o objetivo de fomentar uma relação aberta e dialogada com as crianças. Com frequência, Antonieta subestimava suas habilidades, apesar de se apresentar muito criativa e habilidosa durante os encontros. O que faltava para ela era a confiança para colocar suas ideias em prática.

Antonieta me apresentou a ideia de fazer uma homenagem aos profissionais do Samuca para o Dia de Quem Cuida de Mim, mas ao mesmo tempo expressou que não conseguiria realizar sozinha. Sugeri que ela convidasse outra criança para ajudá-la, aproximando-me da dica de aprendizagem criativa faça o papel de ‘casamenteiro’. Isso me fez lembrar de uma situação que envolve o *princípio matético social*, em que “Estas crianças desejam se reunir com outras envolvidas em atividades semelhantes porque elas têm muito sobre o que conversar” (Papert, 1985, p. 214). Ao notar a amizade entre ela e Anísio, sugeri que tentassem desenvolver o projeto juntos, de forma semelhante ao princípio orientador da *paixão*, pudemos observar que “a equipe e os mentores ajudam os jovens a ganhar experiência com a aprendizagem

autodirigida, auxiliando-os a reconhecer, confiar, desenvolver e aprofundar seus próprios interesses e talentos” (Resnick, 2020, p. 94).

A parceria entre Antonieta e Anísio não apenas facilitou a realização da homenagem, mas também trouxe um elemento relacionado ao *princípio matético da diversão*. Resnick (2020, p. 122) ressalta que sobre o princípio orientador *pares*,

muitas vezes, o pensamento é integrado ao fazer no contexto de interagir, brincar, criar coisas, e a maioria dos pensamentos é feita em conexão com outras pessoas, compartilhamos ideias, obtemos reações, complementamos as ideias delas.

Trabalhar juntos proporcionou a Antonieta a oportunidade de ganhar confiança em suas próprias habilidades, desfrutando do apoio de alguém em quem ela confia. Para Anísio, a colaboração com a amiga serviu como um estímulo positivo, ajudando-o a manter o interesse no projeto e a evitar o desânimo que havia experimentado em projetos anteriores. A interação entre os dois tornou o desenvolvimento do vídeo uma experiência prazerosa e divertida para ambos.

Durante as aulas e atividades no Samuca, todas as crianças se prepararam para o Dia de Quem Cuida de Mim, ensaiando apresentações e confeccionando cartazes, cartões e lembranças para entregar às suas famílias e as apresentações foram realizadas no dia 20 de maio de 2023. Para criar uma homenagem no Scratch, sugeri que Anísio e Antonieta observassem modelos de projetos no *site* do Scratch, como orienta a dica de aprendizagem criativa *incentive a exploração livre*. As crianças puderam utilizar o navegador e a conexão à Internet para acessar uma ampla variedade de projetos, nos quais se inspiraram para desenvolver seus próprios projetos, evidenciando o *princípio matético do espaço*, e essa observação de projetos no site do Scratch está em harmonia com a dica de aprendizagem criativa *mostre exemplos para despertar ideias*. Beneficiando-se das *paredes largas*, elas puderam observar exemplos de projetos no Scratch no *site* e refletir sobre o que criariam.

A dupla explorou várias opções, incluindo cartões animados, histórias e vídeos, e, ao final, decidiu criar um vídeo. As possibilidades *de piso-baixo e teto-alto* permitiram à dupla desenvolver o vídeo a partir de elementos simples. Essas possibilidades estavam em consonância com o princípio orientador de *pensar brincando*, que propõe que “as crianças devem ter a oportunidade de se engajar

com o mundo no estilo mais natural e confortável para cada uma delas, mas também de poder testar outros estilos, para que possam mudar de estratégia de acordo com a situação” (Resnick, 2020, p. 172).

Antonieta e Anísio planejaram produzir um vídeo dedicado aos profissionais do Samuca que cuidavam deles diariamente, o que tornou a homenagem ainda mais especial. A ideia estava alinhada com o interesse das crianças, e de acordo com a dica da aprendizagem *criativa trabalhe em algo que goste*. A dupla idealizou um vídeo que incluiu fotos dos profissionais, acompanhadas de frases que as elas ouviam diariamente deles e mensagens de agradecimento.

Nesse processo, o *princípio matético pessoal* se manifestou, pois a motivação por trás do projeto era profundamente significativa para ambos. A homenagem refletia as conexões emocionais que Antonieta e Anísio haviam estabelecido com os profissionais, simbolizando a importância das relações construídas no Samuca e manifestado o *princípio matético social*. Eles queriam não apenas expressar a gratidão, mas também reforçar os laços formados ao longo do tempo. Como afirma Resnick (2020, p. 75), ao desenvolver projetos como esse, “as crianças têm a oportunidade não só de interagir com as histórias de outras pessoas, mas também de criar e compartilhar suas próprias histórias.” O vídeo não apenas homenageou os profissionais, mas também permitiu que Antonieta e Anísio expressassem, de maneira criativa, a relevância das relações humanas dentro da instituição.

Como professora-pesquisadora, reconheci a relevância do projeto e me emocionei ao contribuir para a surpresa. O fato de as crianças terem escolhido homenagear os profissionais que, com tanto carinho, cuidado e atenção, desempenhou um papel importante em suas vidas, tornou a experiência ainda mais significativa. Antonieta mencionou que, embora as professoras sejam frequentemente homenageadas no Dia dos Professores, há muitos outros profissionais que também merecem reconhecimento e gratidão.

A iniciativa das crianças não apenas celebrou o trabalho desses indivíduos, mas também ofereceu uma oportunidade valiosa para que elas expressassem sua apreciação para os profissionais que atuam diretamente com as crianças no dia a dia do Samuca que acabam, segundo as elas, ficando esquecidos nas comemorações. Como destaca Papert (2008, p. 38) nota-se que

há engajamento em uma “atividade significativa e socialmente importante” evidenciando o *princípio matético social*. Outro exemplo dessa influência foi o envolvimento de outras crianças na produção do vídeo, como sugere a dica de aprendizagem criativa *encontre um amigo para trabalhar e compartilhar ideias*. Durante o processo, algumas delas interromperam seus próprios projetos para colaborar com Antonieta e Anísio, auxiliando na escolha das imagens e na definição das frases e mensagens que seriam usadas, contribuindo para a homenagem.

Antonieta e Anísio iniciaram o projeto escrevendo "Dia de Quem Cuida de Mim!" no primeiro cenário e logo me perguntaram como poderiam alterar o cenário e adicionar imagens e frases. Eu, então, perguntei o que eles tinham em mente para criar. Antonieta respondeu que ainda não tinham decidido completamente, mas que a ideia era alternar entre diferentes cenários para criar um vídeo dinâmico. Eles planejavam inserir imagens e frases que apareceriam e desapareceriam ao longo da exibição.

Como ainda não tinham as imagens que seriam utilizadas, sugeri que experimentassem os comandos do Scratch para conhecer melhor as ferramentas disponíveis e delinear o algoritmo do vídeo. Dessa forma, poderiam testar diferentes possibilidades e compreender melhor como programar os elementos da homenagem. Essa abordagem também os ajudou realizar a *abstração e automação* para identificar as ferramentas necessárias para criar o vídeo. Em conformidade com o *princípio matético do micromundo*, em que Papert (2008) afirma que a bricolagem envolve o uso dos recursos disponíveis, improvisação e adaptação, com ferramentas mentais escolhidas ao longo do tempo, proporcionando conforto e familiaridade ao aprendiz, recomendei que usassem a *modelagem dinâmica*. Sugeri que experimentassem os blocos de aparência para programar os efeitos de mostrar e esconder atores, além de selecionar os cenários para entender a alternância entre eles, seguindo a dica de aprendizagem criativa *se não souber o que fazer, explore um pouco*.

Para buscar as fotos dos profissionais, Anísio e Antonieta ficaram inseguros, com medo de esquecer alguém. Sugeri que, junto com as outras crianças, elaborassem uma lista com os nomes de todos os profissionais do Samuca, dividindo o problema em partes menores, de acordo com o *princípio matético da exploração*. Dessa forma, conseguiram se organizar e realizaram

uma pesquisa para coletar as informações e imagens necessárias para a produção do vídeo. Em seguida, discutiram a melhor maneira de incluir todos na homenagem e decidiram procurar as fotos nas redes sociais, usando o perfil e o dispositivo móvel de Anísio, já que o acesso às redes sociais era bloqueado nos computadores do Samuca

A busca pelas imagens em redes sociais evidenciou o *princípio matético do espaço*, já que sem o acesso a essas plataformas não teriam como solucionar essa questão. Anísio enfrentou dificuldades ao tentar obter fotos de alguns profissionais que não possuíam perfis em redes sociais. Antonieta sugeriu que, na ausência de fotos, apenas os nomes desses profissionais fossem incluídos. No entanto, uma das crianças do grupo teve a ideia de acessar o perfil do Samuca nas redes sociais, onde estavam armazenadas fotos de eventos, e assim conseguiram encontrar as imagens das pessoas que faltavam.

Anísio realizou o download das fotos dos profissionais no celular e as salvou no Google Drive, organizando-as em uma pasta. Para facilitar a identificação, renomeou cada arquivo com o nome correspondente a cada pessoa. Em seguida, compartilhou o link da pasta com as outras crianças, permitindo que todas acessassem as imagens e escolhessem quais gostariam de incluir no vídeo de homenagem. O processo de busca e catalogação das imagens exigiu bastante tempo e organização, e Anísio e Antonieta contaram com a ajuda dos colegas. Essa etapa foi essencial para promover a colaboração e a integração das crianças ao longo do desenvolvimento do projeto. Observamos a manifestação do *princípio matético do espaço*, pois a conexão à Internet, o acesso às redes sociais e o armazenamento na nuvem proporcionaram a busca, armazenamento e utilização das imagens necessárias para o vídeo.

Anísio afirmou que já havia feito vídeos anteriormente para trabalhos da escola usando o celular e que a professora da escola ensinou que para fazer um vídeo era necessário ter um roteiro, demonstrando habilidades que refletem o *princípio matético da conexão*, quando procurou algo semelhante ao que ele já conhecia e compreendia (Papert, 1985). Antonieta percebeu também que era necessário elaborar um roteiro, começando por contabilizar o número de fotos que seriam utilizadas para definir o tempo de exibição de cada uma e a disposição das fotos no cenário durante a apresentação do vídeo, juntamente

com as frases que seriam utilizadas. Após a elaboração do roteiro, passaram a se preocupar em converter o roteiro para a linguagem de programação, utilizando um *algoritmo*, afinal “Escrever e programar são formas de expressão, maneiras de comunicar suas ideias a outras pessoas” (Resnick, 2020, p. 80)

Foram selecionadas fotos de 28 profissionais e Antonieta sugeriu que a exibição ficaria mais agradável ao inserir as imagens em blocos de quatro, totalizando sete sessões de fotos para incluir todas. Ela e Anísio começaram os testes inserindo um novo cenário com as primeiras quatro fotos. No entanto, enfrentaram uma dificuldade: não sabiam como transformar as fotos em atores no Scratch. Uma colega que já havia inserido uma imagem como cenário em seu próprio projeto ofereceu ajuda. Rapidamente, eles aprenderam como fazer o *upload* das imagens no Scratch, tanto para adicionar atores quanto para inserir cenários.

Após inserirem as fotos como atores no Scratch, Anísio e Antonieta começaram a programá-los, organizando a disposição dos primeiros quatro no cenário. Em seguida, adicionaram blocos de aparência à programação para que os atores surgissem e desaparecessem na tela. Notaram que também precisavam definir a duração total do vídeo para garantir que o tempo de exibição de cada grupo de quatro fotos fosse igualmente distribuído. Ao desempenharem esses passos para a elaboração do vídeo, percebemos a manifestação do *princípio matético da exploração*, dividindo o problema em partes menores e seguindo a ideia de que “em muitos casos seria muito mais fácil se reconhecessem que partes do problema podem ser resolvidas separadamente e depois reunidas para lidar com o todo” (Papert, 2008, p. 90) e demonstrando conhecimentos relativos à *decomposição*.

Antonieta propôs que o vídeo começasse com um cenário de introdução antes das fotos, onde foi exibida a frase "Dia de Quem Cuida de Mim." Em seguida, inseriram sete cenários contendo as fotos dos profissionais e frases sobre a relação deles com as crianças. O vídeo terminou com um cenário final, informando que a homenagem foi realizada por todos os alunos do Samuca para todos os funcionários. Eles decidiram que o vídeo teria nove cenários, calculando que, com cinco segundos de exibição para cada, a duração total seria de 45 segundos. Anísio considerou esse tempo adequado, mencionando que costumam assistir a vídeos em redes sociais com durações ainda menores.

Para a inserção de frases e mensagens nos cenários, Antonieta e Anísio utilizaram a ferramenta de texto do Scratch e posicionaram as palavras no topo dos cenários. Eles escolheram frases que costumam ouvir dos profissionais do Samuca e mensagens de agradecimento, procurando refletir a gratidão e o impacto positivo que esses funcionários têm na vida das crianças. Para garantir que as mensagens fossem significativas, Antonieta e Anísio perguntaram às outras crianças o que costumam ouvir dos funcionários e quais palavras as inspiravam e ajudavam a ser melhores. Assim, as mensagens no vídeo não apenas homenageavam os profissionais, mas também representavam os sentimentos e experiências autênticas das crianças.

Antonieta achou interessante a ideia de no dia da apresentação, antes de exibir o vídeo para os profissionais, explicarem todo o processo de produção, desde a busca das fotos até a programação de cada ator e cenário, destacando o esforço coletivo envolvido e a participação das outras crianças. A proposta dela evidenciou características relacionadas ao *princípio matético do poder*, pois demonstra o “aspecto essencial foi a qualidade de sentir-se levada a sério” (Papert 2008, p. 111) quando buscou mostrar aos profissionais a originalidade da ideia de programar o vídeo, demonstrando as novas habilidades adquiridas para a produção dele.

Depois de elaborarem o roteiro e fazer o *upload* das fotos no Scratch, Anísio e Antonieta começaram a programar o tempo de exibição do primeiro cenário. Queriam que a exibição do vídeo começasse a partir do clique na bandeira. Anísio observou que deveriam inserir um evento ou controle para os demais atores aparecerem e desaparecerem no cenário, mas ficou bem em dúvida sobre como fazer.

Primeiro eles tentaram inserir para todos os atores os blocos apresentados na Figura 16:



Figura 16 - Blocos utilizados inicialmente para mostrar os atores no vídeo
Fonte: Arquivo Pessoal

Antonieta percebeu que o projeto incluía muitos atores, o que tornava trabalhoso inserir os blocos de programação para cada um deles, exigindo bastante tempo e dedicação. Essa percepção manifesta o *princípio matético do tempo*, pois tanto Antonieta quanto Anísio focaram na combinação dos blocos sem se preocupar com a duração da tarefa, alinhados à ideia de Papert (2008, p. 92) sobre "dar-se tempo a si mesmo". Eles concentraram seus esforços em pensar como inserir os comandos necessários, realizando a *abstração*. Além disso, reconhecerem que o processo seria desafiador evidencia o *princípio matético da reflexão*, em que as crianças se mostraram cientes das dificuldades que enfrentariam para alcançar seus objetivos.

Após a inserção dos blocos de programação, clicaram na bandeira verde e o resultado surpreendeu a dupla: todas as fotos apareceram simultaneamente na tela e permaneceram lá, o que não era esperado. Acreditavam que ao usar o bloco "mostre" seguido de "espere 5 segundos", cada foto apareceria na tela por 5 segundos antes de desaparecer, notamos nesse episódio a *surpresa conceitual*. Então, me chamaram para ajudar a ajustar a programação da aparência das fotos. Baseando-me nas ideias de *decomposição* e na construção de pequenos procedimentos para minimizar a ocorrência de *bugs* em cada um deles, que estão diretamente ligadas ao *princípio matético da valorização do erro*, conduzi o seguinte diálogo com as crianças:

Professora-pesquisadora: Qual o problema encontrado por vocês?

Antonieta: Prô, a gente programou as fotos para aparecerem por 5 segundos e todas apareceram ao mesmo tempo e depois não sumiram da tela.

Professora-pesquisadora: Vamos observar separadamente os blocos que vocês usaram para cada ator. Quais deles indicam que devem aparecer ou desaparecer da tela?

Antonieta: Eu só usei o bloco de mostrar, mas usei o bloco espere 5 segundos depois.

Professora-pesquisadora: Espere 5 segundos para fazer o que? Você precisa dizer através dos blocos exatamente o que quer que aconteça.

Enquanto Antonieta pensava sobre a minha pergunta Anísio se manifestou:

Anísio: Precisa colocar o bloco que pede para a foto sumir da tela!

Professora-pesquisadora: Vamos tentar e testamos para ver se deu certo.

Antonieta: Mas isso não resolve o problema de elas aparecerem todas ao mesmo tempo.

Professora-pesquisadora: Então o que mais devemos fazer para controlar o tempo para que elas apareçam e desapareçam no momento correto?

As perguntas anteriores convergiram para a concepção da dica de aprendizagem criativa *faça perguntas*, também manifestaram o *princípio matético da comunicação*, que vê a programação “como uma maneira de expandir a linguagem” (Papert, 1980, p. 124). Sugeri que Antonieta e Anísio pensassem nos atores que compõem cada cenário e nas possíveis soluções para os problemas que estavam enfrentando, partindo da ideia de se comunicar de forma mais clara a partir da programação e raciocinando acerca do *algoritmo*.

A dupla discutiu quais blocos deveriam ser inseridos pensando no que esperar como resultado na programação e Antonieta observou que as fotos não poderiam aparecer todas ao mesmo tempo. Ela destacou que, ao clicar na bandeira para iniciar o cenário de introdução, nenhuma foto deveria estar visível. Concluíram então que o primeiro bloco da programação de todas as fotos deveria ser para escondê-las após o clique na bandeira. Clicaram na bandeira e apareceu somente o cenário introdutório.

Antonieta percebeu que, como cada cenário teria uma duração de 5 segundos, incluindo sua mensagem e grupo de fotos, o tempo para a exibição de cada foto dependeria da ordem planejada e do tempo de exposição. Ela começou a anotar os nomes dos arquivos que havia utilizado para identificar as fotos dos profissionais e organizou-as em grupos de quatro, para calcular o tempo que cada uma deveria permanecer escondida até o momento certo de aparecerem na sequência. Utilizando a *decomposição* e pensando em “subdividir o programa em partes naturais para que seja possível localizar problemas e *bugs* em cada parte” (Papert, 1985, p. 128), habilidade relacionada ao *princípio matético da exploração*, Antonieta se sentiu segura para refletir melhor sobre seu algoritmo e organizou os blocos como na Figura 17.



Figura 17 - Blocos utilizados para programar a exibição dos atores
Fonte: Arquivo Pessoal.

Ainda em consonância com estratégias de resolução de problemas, Anísio sugeriu organizar as fotos em ordem alfabética para facilitar a programação dos blocos, uma vez que os atores apareciam nessa ordem no menu do Scratch. Essa estratégia não só simplificou a organização das fotos, mas também ajudou a garantir que nenhuma imagem fosse esquecida durante o processo de programação.

Eles decidiram e o primeiro cenário foi composto apenas por uma mensagem, sem fotos, estabelecendo uma introdução ao vídeo. Após 5 segundos, o cenário mudou automaticamente para o segundo, onde o primeiro grupo de fotos foi exibido. Portanto, cinco segundos após o clique na bandeira,

esse grupo de fotos apareceu na tela no segundo cenário, permanecendo visível por 5 segundos antes de desaparecer.

Seguindo essa lógica, através do *reconhecimento de padrões*, Antonieta notou que o terceiro cenário surgiria 10 segundos após o início do vídeo, e seu respectivo grupo de fotos também seria exibido por 5 segundos antes de ser ocultado. Da mesma forma, o quarto cenário e suas fotos apareceriam 15 segundos após o clique inicial, permanecendo visíveis por 5 segundos, e assim sucessivamente até o final do vídeo, como indicado na Figura 18.

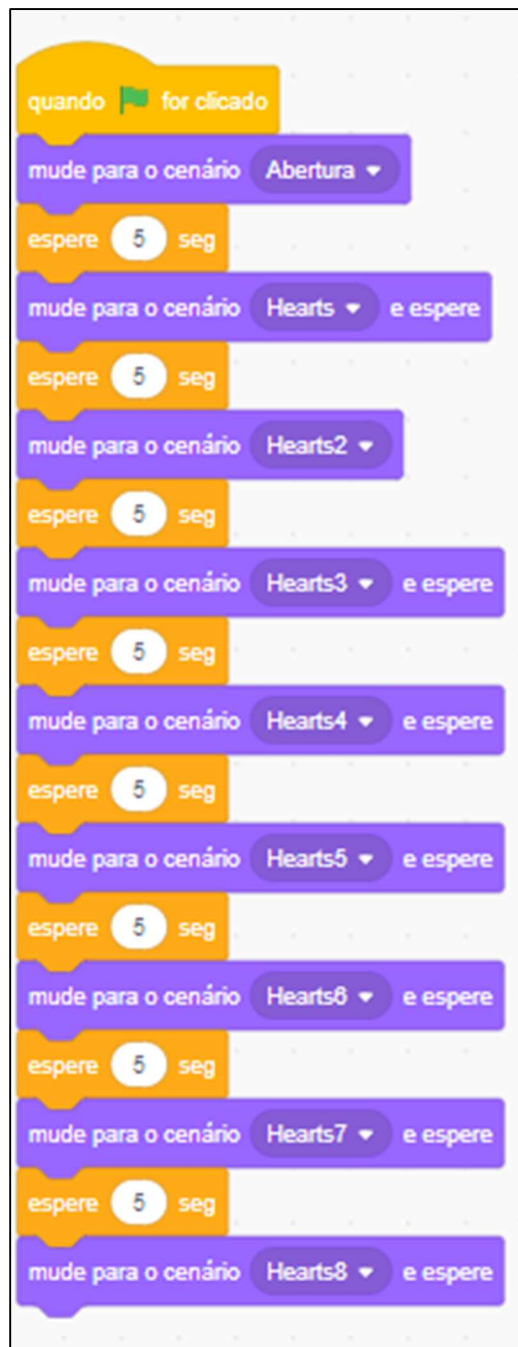


Figura 18 - Programação dos cenários utilizados no vídeo

Fonte: Arquivo Pessoal

No início, Antonieta fez anotações detalhadas sobre a sequência das fotos e o tempo de exibição de cada uma. No entanto, conforme avançavam no processo, ela notou que a lógica da programação era repetitiva: a estrutura dos blocos de código era idêntica para cada foto, variando apenas o tempo de espera antes que cada imagem aparecesse na tela. Com esse entendimento, a tarefa de programar os cenários e fotos tornou-se mais fluida, permitindo que

avançassem mais rapidamente na criação do vídeo e demonstrassem autonomia acerca do que estavam desenvolvendo.

Anísio percebeu que a colega tinha mais facilidade para a *abstração* e realizar os cálculos e que era muito organizada para a inserção dos blocos para exibição das fotos e que estava realizando a tarefa sem precisar de sua ajuda. Nesse momento ele dispersou e foi interagir com outros colegas, perdendo o interesse na elaboração do vídeo.

Após finalizar a programação dos blocos de aparência do vídeo, Antonieta chamou Anísio para ver o resultado. Eles observaram que os cenários, as mensagens e as fotos estavam todos sincronizados conforme o planejado, mas algo ainda parecia faltar. Embora tudo estivesse programado e funcionando corretamente, ambos sentiram que o vídeo ainda precisava de algo para ficar completo. Anísio então sugeriu que faltava uma "musiquinha" para dar mais vida ao vídeo. Com isso, começaram a buscar sons para incluir na programação.

Antonieta estava preocupada, pois, embora estivessem próximos de concluir o vídeo conforme planejado, o tempo disponível era escasso. O Dia de Quem Cuida de Mim se aproximava, e restava apenas um encontro para finalizar o projeto antes do evento. Era segunda-feira, 15 de maio de 2023, a dupla se sentia insegura quanto ao prazo para completar o vídeo, pediram então que eu fosse um dia a mais naquela semana para ganhar tempo. Motivada conforme a dica de aprendizagem criativa *aumente o tempo para os projetos*, conversei com a professora da turma, e conseguimos agendar um encontro extra apenas com Antonieta e Anísio, já que os outros alunos precisavam ensaiar para as demais apresentações.

No encontro exclusivo para as duas crianças, realizado em 17 de maio de 2023, Antonieta e Anísio exploraram os sons disponíveis e consideraram a possibilidade de gravar uma narração para o vídeo. Contudo, devido à falta de tempo, decidiram optar apenas por um som de fundo agradável, escolhendo a música "Emotional Piano 2" para acompanhar a reprodução do vídeo. Para garantir que a música tocasse do início ao fim do vídeo, eles calcularam que seria necessário usar o bloco "repetir 10 vezes" após o clique na bandeira, permitindo que o som fosse reproduzido continuamente até o final da exibição do vídeo e a programação ficou como mostra a Figura 19.



Figura 19 - Programação da música utilizada no vídeo
Fonte: Arquivo Pessoal.

Anísio comentou que precisavam ensaiar a explicação sobre o processo de programação do vídeo para os profissionais, pois concluiu que era muito mais complexo do que simplesmente usar um celular para gravar, como ele havia feito em outras situações, manifestando o *princípio matético do poder* e reconheceu que eram “capazes de conhecer o seu potencial intelectual, e utilizá-lo no desenvolvimento de suas habilidades e aquisição de novos conhecimentos” (Papert, 1985, p. 9).

Com a autorização da professora da turma, passei uma manhã a mais com dupla, auxiliei no ensaio da apresentação e da explicação do processo de idealização e desenvolvimento do vídeo. Antonieta, que estava inicialmente receosa de apresentar devido à sua timidez, percebeu que Anísio não estava detalhando como havia sido feita a programação do vídeo. Reconhecendo a necessidade de melhorar a forma de expressar o que haviam realizado, e evidenciando o *princípio matético da comunicação*, Antonieta decidiu assumir parte da apresentação, mobilizando sua experiência e o prazer em falar de forma semelhante às crianças que observamos nas experiências narradas por Papert (1985). Eles dividiram a apresentação em três partes: Anísio explicou a ideia inicial e como buscaram as fotos; Antonieta detalhou a programação do vídeo; e, finalmente, juntos exibiram o vídeo.

Ao verificar quem assistiria às apresentações do Dia de Quem Cuida de Mim, Anísio descobriu que apenas as professoras e coordenadores do Samuca estariam presentes, enquanto os demais profissionais não compareceriam. Anísio, preocupado com a possibilidade de a homenagem não alcançar todos os destinatários, sugeriu que o vídeo fosse apresentado durante os encontros da

pesquisa. Concordamos em exibir o vídeo no próximo encontro, com a condição de que eles conseguissem finalizar o projeto a tempo, e assim foi feito.

No dia 19 de maio de 2023, Antonieta e Anísio chamaram os profissionais em grupos para a sala de inclusão digital a fim de apresentarem o passo a passo da elaboração do vídeo e para assistirem ao vídeo da homenagem. Devido à impossibilidade de suspender as atividades do Samuca para reunir todos ao mesmo tempo, a exibição teve que ser feita em diferentes momentos. Alguns profissionais estavam ausentes no dia da apresentação, o que exigiu exibições adicionais na semana seguinte para garantir que todos recebessem a homenagem. Na Figura 20 as crianças estão preparadas para iniciar uma das sessões de apresentação da homenagem.



Figura 20 - Antonieta e Anísio no dia da apresentação

Fonte: Arquivo Pessoal

Alguns profissionais expressaram que era a primeira vez que se viam pessoalmente homenageados e demonstraram felicidade por terem sido lembrados pelas crianças. A exibição do vídeo provocou uma reação comovente entre os profissionais, que foram tocados pela dedicação e esforço das crianças, evidenciando o impacto positivo e o valor emocional do projeto.

As crianças mostraram grande entusiasmo ao programar o vídeo, refletindo a satisfação com a experiência de desenvolver um projeto significativo. Elas apreciaram especialmente o aspecto de personalização, podendo escolher as fotos e programar as transições de forma a expressar suas próprias ideias e sentimentos. Além disso, o processo de criação permitiu que explorassem e aplicassem conceitos de programação de maneira prática, envolvendo-se ativamente em cada etapa. A oportunidade de trabalhar em um projeto coletivo, alinhada com a ideia de coesão social que fortalece a sensação de pertencimento e apresenta um objetivo comum (Papert, 1985), evidenciou o *princípio matético social*. Esse contexto também contribuiu para o prazer e o engajamento das crianças, que se mostraram entusiasmadas ao ver o vídeo finalizado e ao compartilhar suas conquistas com a comunidade.

5.3.1. Compreensões das manifestações dos princípios matéticos no projeto Vídeo do Dia de Quem Cuida de Mim

O vídeo criado por Anísio e Antonieta tinha um significativo valor cultural e social, sendo uma homenagem aos profissionais do Samuca em celebração ao Dia de Quem Cuida de Mim. Esse aspecto destacou a relevância do *princípio matético social*. Além disso, a decisão de produzir um vídeo em meio às possibilidades do Scratch estava alinhada com os interesses pessoais das crianças, que já haviam se familiarizado com a criação de vídeos utilizando câmeras e celulares para apresentações e trabalhos escolares e desejavam aprender a programar um vídeo, evidenciando o *princípio matético pessoal*.

A busca por exemplos de projetos e pelas imagens que foram utilizadas no vídeo em ambientes que extrapolam o espaço físico da sala de inclusão digital contemplam ideias relacionadas ao *princípio matético do espaço*. Buscar elementos para constituir o projeto do vídeo demonstrou que as crianças souberam utilizar as ferramentas disponíveis e se beneficiaram de ideias do *princípio matético do micromundo*.

A experiência prévia de Anísio e Antonieta com vídeos revelou habilidades que evidenciaram o *princípio matético da conexão*. A elaboração de um roteiro, a busca pelos elementos que compõem o vídeo e a construção de uma narrativa para seu desenvolvimento e sua apresentação demonstraram habilidades

relacionadas ao *princípio matético da mediação e interação*, pois eles se comportaram efetivamente como roteiristas do vídeo.

Para compreender algumas execuções do programa que não estavam alinhadas com as ideias iniciais, Anísio e Antonieta precisaram explorar diferentes formas de expressar o que desejavam realizar no Scratch. Ao mobilizar o pensamento em variadas formas de comunicação, demonstraram habilidades associadas ao *princípio matético da comunicação*. Ao analisarem a melhor forma de comunicar suas ideias por meio do algoritmo, as crianças decidiram dividir o vídeo em partes menores, aplicando estratégias associadas ao *princípio matético da exploração*.

No decorrer dos encontros, Anísio e Antonieta demonstraram consciência das dificuldades encontradas na concepção do vídeo, ilustrando a influência do *princípio matético da reflexão*. Ao final da produção do vídeo, Anísio e Antonieta decidiram preparar uma apresentação oral, explicando aos profissionais do Samuca como haviam programado usando os blocos do Scratch e ressaltando o orgulho de terem realizado algo que antes consideravam impossível. Ao ver as crianças expressarem esse orgulho e satisfação em desenvolver o projeto, notamos a importância do *princípio matético do poder*.

A parceria entre Anísio e Antonieta trouxe mais prazer à atividade para ambos. Anísio, que antes enfrentava dificuldades para finalizar projetos, ficou satisfeito ao concluir o vídeo e apresentá-lo. Antonieta, que inicialmente se sentia insegura para desenvolver algo sozinha, encontrou motivação no amigo e se envolveu de forma prazerosa nas tarefas realizadas durante a produção do vídeo. O princípio matético da diversão foi fundamental nesse contexto, pois criou um ambiente de aprendizado mais leve e engajador, incentivando a superação de desafios e o desenvolvimento da autoconfiança.

A criação do vídeo por Anísio e Antonieta foi uma experiência rica em aprendizagem, evidenciando a influência de diversos princípios matéticos. Além de seu valor cultural e social como homenagem aos profissionais do Samuca, o projeto permitiu que as crianças explorassem interesses pessoais e habilidades que já possuíam, como o gosto pela criação de vídeos. Durante essa experiência também observamos a importância do pensamento computacional e da aprendizagem criativa no desenvolvimento do projeto. Ao colaborarem, eles enfrentaram desafios, tomaram decisões e compartilharam suas conquistas com

orgulho, mostrando como a combinação de autonomia, reflexão e interação fortalece o processo de aprendizado.

5.4. Considerações Finais

A pesquisa que buscou ***Compreender como os princípios matéticos se manifestam em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação*** destacou como os princípios matéticos sistematizados a partir das obras de Seymour Papert foram observados e compreendidos num contexto em que crianças desenvolveram projetos de programação no Scratch.

O percurso da pesquisa começou com o estudo da matemática e do pensamento computacional seguido pela sistematização dos princípios matéticos com base nas obras de Seymour Papert e pela realização da pesquisa de campo que envolvia atividades de programação. Ao sistematizar os princípios matéticos e observar e compreender suas manifestações em um ambiente em que crianças desenvolvem projetos de programação, esta pesquisa oferece uma nova perspectiva para a compreensão dos processos de aprendizagem e contribui para a construção de um campo de pesquisa em desenvolvimento

Adotamos uma metodologia de pesquisa qualitativa com uma abordagem interpretativa, fundamentada na observação, que nos permitiu analisar as dinâmicas e interações que ocorreram durante o desenvolvimento de projetos no ambiente de programação Scratch por crianças atendidas no Samuca.

Por meio desta investigação esperamos contribuir para a compreensão e valorização de práticas educacionais que colocam o aprendiz no centro do processo de aprendizagem, promovendo a autonomia, a criatividade e o pensamento crítico. Entendemos que a fundamentação do ambiente de aprendizagem nos princípios matéticos e em aspectos do pensamento computacional pode oferecer um ambiente rico e estimulante para a aprendizagem de crianças, especialmente quando estas se envolvem em projetos de programação.

Durante a pesquisa, enfrentamos algumas adversidades. As crianças demonstraram dificuldades relacionadas à leitura e à escrita, além de não estarem familiarizadas com o uso do computador. Muitas tinham dificuldade em formalizar suas ideias e não realizavam anotações sobre os projetos que

desenvolviam. Embora se envolvessem intensamente na personalização de personagens e cenários, frequentemente deixavam em segundo plano a concepção de projetos que incluíssem algoritmos e o uso dos blocos na programação.

O envolvimento das crianças na pesquisa não foi contínuo, pois as demais atividades do Samuca frequentemente coincidiam com o horário reservado para os encontros na sala de inclusão digital. Ao longo do tempo, algumas crianças deixaram de participar, enquanto outras se juntaram a nós, atraídas pela proposta. Datas comemorativas e períodos de provas escolares também afetaram a frequência nos encontros, e, diante de compromissos paralelos, muitas crianças não compareciam. Somente algumas estiveram presentes em todos os encontros, mantendo uma frequência constante ao longo da pesquisa.

Compartilhamos, portanto, as reflexões e descobertas que emergiram dos dados produzidos sob a perspectiva da pergunta de pesquisa ***De que forma os princípios matéticos se manifestam e são compreendidos quando crianças desenvolvem projetos de programação?***

Foi a partir do olhar sobre as interações e processos de aprendizagem que percebemos como cada princípio se expressava nas atividades desenvolvidas pelas crianças.

Embora a pesquisa não tivesse como propósito comprovar a existência dos princípios, a identificação de suas manifestações nos permitiu reforçar empiricamente a relevância desses princípios sistematizados por nós. Esse processo de análise trouxe à tona evidências da importância dos princípios matéticos, enriquecendo nosso entendimento sobre o impacto deles no contexto de aprendizagem, mesmo em situações em que sua verificação explícita não era o foco da investigação.

Observamos que os princípios matéticos enriqueceram o ambiente de aprendizagem, promovendo a criatividade e a autonomia das crianças, além de oferecer percepções valiosas para constituição do ambiente de aprendizagem que foram observadas nas compreensões das manifestações dos princípios matéticos desenvolvidas para cada projeto. O *design* emergente da pesquisa revelou aproximações entre os princípios matéticos, o pensamento computacional e a aprendizagem criativa durante o desenvolvimento atividades, enriquecendo a experiência das crianças e promovendo a aprendizagem.

Como principais resultados, constatamos que a promoção de estratégias de resolução de problemas, que ligam novos conhecimentos a experiências prévias, é relevante para fomentar uma abordagem investigativa e reflexiva. O ambiente valorizou a intuição, a colaboração e a autonomia, criando um espaço que minimizou a dicotomia entre certo e errado, encorajando a identificação e a correção de erros como parte integrante do processo criativo. Finalmente, a pesquisa evidenciou que a reflexão contínua sobre as formas de pensar foi essencial para otimizar o desenvolvimento da aprendizagem, permitindo que os aprendizes melhorem suas estratégias e enfrentem desafios de maneira eficaz.

Os resultados deste estudo demonstram que o desenvolvimento de projetos de aprendizagem deve ser baseado em significados pessoais e em sua relevância social, facilitando a integração cultural e permitindo que os aprendizes se percebam como essenciais no processo. Observou-se que um ambiente de aprendizagem deve incentivar a livre expressão de ideias, a experimentação e a criação de artefatos discutíveis, priorizando o processo de aprendizado em detrimento de resultados imediatos. As tecnologias digitais mostraram-se importantes para expandir as oportunidades de aprendizado além do contexto escolar.

Com base nas descobertas, sugerimos que futuras pesquisas se aprofundem na sistematização dos princípios matemáticos, bem como nas interconexões entre matemática, pensamento computacional e aprendizagem criativa, explorando suas aplicações em diversos contextos educacionais. Isso reforça a necessidade de inovação no processo de aprendizagem.

Nossos próximos passos incluem a realização de estudos adicionais sobre a sistematização dos princípios matemáticos e o desenvolvimento de novos projetos com as crianças do Samuca. Estamos dedicados a promover experiências que evidenciem princípios matemáticos, reconhecendo a importância de criar um ambiente de aprendizagem enriquecedor. Nesse sentido, vislumbramos possibilidades a partir das ações extensionistas do IFSP, que nos permitirão expandir nossas iniciativas e colaborar de maneira mais efetiva com as crianças do Samuca. Essas ações não apenas fortalecerão as ideias relacionadas aos princípios matemáticos, mas também proporcionarão oportunidades para o desenvolvimento de projetos inovadores que estimulem a

criatividade e a autonomia dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Referências

AHO, A. **Computation and Computational Thinking**, 2011. Disponível em <http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=1922682> . Acesso em 17/04/2024.

ALMEIDA, M.E.B., Valente, J.A. Pensamento Computacional nas políticas e nas práticas em alguns países. **Revista Observatório**. Palmas, v.5, n.1, p. 202-242, jan-mar. 2019.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “Revisão bibliográfica” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, L.; MACHADO, A. M. N. (Org.). **A bússola do escrever**: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44.

AZEVEDO, G. T. **Processo formativo em matemática**: invenções robóticas para o Parkinson. 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2022.

AZEVEDO, G.T.D.; MALTEMPI, M.V. Processo de Aprendizagem da Matemática à Luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional. **Ciência & Educação** Bauru, 2020.

BARBOSA, L. I. S.; MALTEMPI, M.V. Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, 12 nov. 2020.

BARBOSA, L. L. S. **Construção de significados matemáticos em Experiências Computacionais Educativas Construcionistas orientadas pelo pensamento reflexivo e computacional**. 2024. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2024.

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, 2(1):48–54, 2011.

BATTISTI, C.A. Produção e aprendizagem do conhecimento. O que diria Descartes sobre a distinção entre pesquisa e ensino? **Revista Temas & Matizes**, segundo semestre de 2005.

BORBA, M. C., ALMEIDA, H. R. F. L., GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula**: Diferentes vozes em uma investigação. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

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

- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2017. Tese de Doutorado.
- BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Lei 8.069/90. São Paulo, Atlas, 1991.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Computação**: Complemento à BNCC. Brasília, 2022.
- BURD, L. Prefácio à Edição Brasileira, In:", Resnick, M, **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. / Mitchel Resnick; tradução: Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral; revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.
- CASTRO, F. G. (1998). De la Didáctica a la Matética. Historia de la educación: **Revista interuniversitaria**, Número 17, 15-32, 2013.
- CHAVES, P.E.M.C. **O paradigma matético de educação**: regate de um conceito negligenciado. 2022. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.
- COMENIUS, J.A. **Spicilegium didacticum**. Amsterdã: Typis Christophori Cunradi, 1680.
- CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa**. Porto Alegre: Artmed; 2021.
- DENNING, P. J. Remaining trouble spots with computational thinking. **Communications of the ACM**, 60(6), 33–39, 2017.
- FINO, C. N. Matética e inovação pedagógica: o centro e a periferia. In: GOUVEIA, F.; PEREIRA, M. G. (Orgs.). **Didática e Matética**. Funchal: Universidade da Madeira - CIE-UMa, p. 251-257, 2016.
- FINO, C. N. Matética, pedagogia e o papel que ainda não têm nos estudos curriculares. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v.10, n.23, p. 27-36, set/dez. 2017.
- FINO, C. N. A Didática, a Matética e o Construcionismo. In Fernando Luís de Sousa Correia, Francisca Meire do Nascimento Moreira & Nilce de Oliveira Lima (orgs.) **Tecendo Inovação e Construindo Aprendizagem** (p. 200-226). Olinda: Livro Rápido Editora, 2020.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores associados, 2006.

FREIRE, P. **Professora sim, tia não**: cartas a quem ousa ensinar. 6a ed. São Paulo (SP): Olho D'agua; 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

GADANIDIS, G. HUGHES, J. M., MINNITI, LWHITE, B. J. G., Computational Thinking, Grade 1 Students and the Binomial Theorem, Published online: 9 May 2016 **Springer International Publishing**, 2016.

GOUVEIA, A.I. Um outro olhar à escola: a dialética entre o saber aprender e o saber ensinar. In Fernanda Gouveia e Maria Gorete Pereira (Org.). **Didática e Matética** (pp. 225-46). Funchal, Universidade da Madeira – CIE-Uma, 2016a.

GOUVEIA, F. Da didática à matética: o papel do professor como mediador qualificado. In Fernanda Gouveia e Maria Gorete Pereira (Org.). **Didática e Matética** (pp. 23-46). Funchal, Universidade da Madeira – CIE-Uma, 2016b.

GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking: **A Competency Whose Time Has Come**. In Computer Science Education; BloomsburyAcademic: London, UK, 2018.

LEMES, I. L. **Micromundos, artefatos, bricolagem e matética**: a ciência de dados e seus possíveis caminhos do ensino de ciências e matemática. Dissertação de Mestrado, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.

MALONEY, J.; PEPPLER, K.; KAFAL, Y. B.; RESNICK, M.; RUSK, N. **"Programming by Choice**: Urban Youth Learning Programming with Scratch". In: SIGCSE'08, March, pp. 367-371, 2008.

MALONEY, J., RESNICK, M., RUSK, N., SILVERMAN, B., AND EASTMOND, E. (2010). The scratch programming language and environment. **ACM Transactions on Computing Education (TOCE)** Comput. Educ. 10, 4, Article 16 (November 2010).

MALTEMPI, M. V.; VALENTE, J. A. Melhorando e Diversificando a Aprendizagem via Programação de Computadores. In: **International Conference on engineering and computer education - ICECE**, 2000, São Paulo. Anais. São Paulo: COPEC, 2000.

MALTEMPI, M.V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.), **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 264-282.

MALTEMPI, M.V. Unveiling Connections Between Computational Thinking and Thinking Processes: A Pathway to Practical Implementation. In: **15th**

International Congress on Mathematical Education International Congress on Mathematical Education, 2024, Sydney.

MIARKA, R.; MALTEMPI, M. O que será da Educação Matemática depois do Coronavírus? **Bolema**, Rio Claro, v. 34, n. 67, ago. 2020, p. ii-iv.

NAVARRO, E. R. **O desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na educação matemática segundo contribuições da teoria histórico-cultural**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

PAPERT, S. **A máquina das Crianças**: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008. Publicado originalmente sob o título de: *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. New York, Basic Books. 1993.

PAPERT, S. An exploration in the space of mathematics educations. **International Journal of Computes for Mathematical Learning**, v. 1, n. 1, p. 95 – 125. 1996.

PAPERT, S. **Constructionism**: a New Opportunity for Elementary Science Education. Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology and Learning Group, 1986.

PAPERT, S. **Logo**: computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PEREIRA, G. Os Espaços de Matética na Formação de Professores: um olhar para os ambientes emergentes no âmbito da unidade curricular de prática Pedagógica I. In Fernanda Gouveia e Maria Gorete Pereira (Org.). **Didática e Matética** (pp. 47-69). Funchal, Universidade da Madeira – CIE-Uma, 2016.

PINTO, E. M. M. **A didática e a matética no ensino da linguagem de programação**: uma experiência com o software educativo Scratch no ensino fundamental. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

POLYA, G. **A arte de resolver problema**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

RESNICK, M., et. al. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM**, 60-68 ,2009.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. / Mitchel Resnick; tradução: Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral; revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.

REZENDE, F. A. **Desvelando a Estética de ambientes construcionistas de ensino e Aprendizagem**: uma experiência de inclusão de jovens no mundo do trabalho. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SERRÃO, T. P. F. **Ambientes inovadores de aprendizagem**: garimpando matemática no 1.º Ciclo do Ensino Básico. Dissertação de Mestrado, Universidade da Madeira/Portugal, Funchal, 2020.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. Trad. Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, E. C. **Pensamento Computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental**: uma possibilidade com kits de robótica. 2018. 264f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 2018.

SILVA, E. C. **Desenvolvimento do pensamento computacional em uma dinâmica pedagógica baseada na perspectiva histórico-cultural**: possibilidades para a formação das ações mentais de estudantes e do conceito polígono regular a partir da produção de um pensamento geométrico. 2023. 351p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 2023.

SOUTO, D. L. **Formação continuada on-line de professores de matemática: aspectos relativos ao design emergente de uma pesquisa**. Em: Encontro brasileiro de estudantes de pós-graduação em Educação Matemática, 14, 2011. Anais. Campina Grande, p. 1-12, 2011.

SPINOLA, H. Literacia Ambiental: um desafio à didática e à matemática. In Fernanda Gouveia e Maria Gorete Pereira (Org.). **Didática e Matemática** (pp. 289-298). Funchal, Universidade da Madeira – CIE-Uma, 2016.

TOQUINHO, O **Caderno**. Rio de Janeiro: Polygram:1983.

VALENTE, J.A. Prefácio da edição brasileira. In: Papert, S. **Logo**: computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista e-Curriculum**, v. 14, n. 03, p. 864 – 897 jul./set.2016.

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

WING, J. M. Computational Thinking Benefits Society, 2014.